

Die Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung

**Eine empirische Untersuchung zu Lernmotivation und Selbstkonzept
bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe**

Von der Pädagogischen Hochschule Heidelberg
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigte Dissertation von

Raimund Ditter

aus

Neunkirchen
2013

Erstgutachter: Prof. Dr. Alexander Siegmund
Zweitgutachter: Prof. Dr. Klaus-Dieter Hupke

Fach: Geographie

Tag der Mündlichen Prüfung: 11.12.2013

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei einigen Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit sehr unterstützt haben.

Prof. Dr. Alexander Siegmund, meinem Doktorvater, danke ich für die Betreuung und Begutachtung meiner Arbeit. Seine Anregungen und kritischen Kommentare haben entscheidend zum guten Gelingen der Dissertation beigetragen. Dabei möchte ich mich vor allem für die eingeräumten Freiräume bei der Konzeption und Durchführung meiner Forschungsstudie bedanken.

Prof. Dr. Klaus-Dieter Hupke möchte ich danken, dass er die Zweitkorrektur übernommen hat und dabei auch im Vorfeld immer ein offenes Ohr für die vielen fachlichen und überfachlichen Anliegen hatte.

Meinen großartigen Kollegen möchte ich für die vielen konstruktiven Anregungen danken - sie haben oft dazu beigetragen, einen manchmal eingengten Blickwinkel zu hinterfragen und neue Perspektiven zu erschließen.

Danken möchte ich außerdem allen beteiligten Realschul- und Gymnasiallehrerinnen und -lehrern sowie allen Schülerinnen und Schülern, die mit großem Engagement diese Forschungsarbeit getragen und unterstützt haben und ohne deren zahlreiche Mitarbeit eine quantitative Studie in dieser Form nicht möglich ist.

Für die eingehende Beratung sowie die zur Adaption bereit gestellten Testinstrumente möchte ich ferner Herrn Prof. Dr. Florian H. Müller, Frau Prof. Dr. Karin Schweizer, Prof. Dr. Oliver Dickhäuser und Prof. Dr. Birgit Spinath danken.

Den Mitarbeitern der Firma Leiner & Wolff GmbH, die für die Programmierung der Webapplikation "BLIF" zuständig waren sowie den Mitarbeitern der Firma "Sprengsprung", die maßgeblich die Layoutgestaltung der Software umgesetzt haben, möchte ich für die fruchtbare Zusammenarbeit danken. Schließlich gilt mein besonderer Dank der Klaus Tschira Stiftung gGmbH, die durch ihre Förderung das Projekt „Blickpunkt Fernerkundung (BLIF)“ und somit diese Forschungsstudie erst möglich gemacht hat. Dem Westermann Verlag möchte ich für die zur Einbindung in die Arbeitsmaterialien bereitgestellten Karten danken.

Für die mentale Unterstützung und den Rückhalt während der Promotion danke ich meiner Familie und ganz besonders Lisa. Sie hat mich während dem Großteil meiner Promotionsphase begleitet und stand mir sowohl bei formalen als auch vielen inhaltlichen Fragestellungen mit Rat und Tat zur Seite. Sie verstand es ausgezeichnet, mich in den richtigen Momenten anzutreiben und hat dabei stets als große Motivatorin agiert. Zudem hat sie mich bei den vielen Korrekturarbeiten akribisch und tatkräftig unterstützt. Vielen Dank für die unermüdliche Unterstützung und die entgegengebrachte Nachsicht bei vielen anderen Dingen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung.....	11
2	Stand der Forschung und der bildungspolitischen Betrachtung.....	14
2.1	Vom Lernen mit Neuen Medien zum "Neuen Lernen" mit Medien – eine Bestandsaufnahme in Deutschland	14
2.2	Stand der Geographie-didaktischen Fernerkundungsforschung in Deutschland	21
2.2.1	Fernerkundung als Teil der didaktischen Geoinformationsforschung im weiteren Sinne	21
2.2.2	Forschungen zur Didaktik der Fernerkundung im engeren Sinne	22
2.2.3	Konzepte zur Fernerkundungsdidaktik	24
2.3	Stand der bildungspolitischen Betrachtung	27
3	Theoretische Grundlagen und Ziele der Untersuchung	30
3.1	Fernerkundung kann alles – aber wie gut?	30
3.2	Entwicklung von Forschungsfragen und Forschungshypothesen.....	32
3.2.1	Forschungshypothesen zu den Operatoren "Interesse und Motivation"	34
3.2.2	Forschungshypothesen zu den Operatoren "Akademisches Selbstkonzeptes"	36
3.2.3	Forschungshypothesen zum Operator "Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung"	39
3.2.4	Forschungshypothesen zum Operator "Satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung"	40
3.2.5	Forschungshypothesen "Nutzertypen im Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten"	41
4	Methodologie der Untersuchung.....	43
4.1	Stichprobengewinnung	43
4.2	Durchführung der Untersuchung.....	44
4.2.1	Untersuchungsablauf	45
4.2.2	Variablen der Untersuchung.....	47
4.2.3	Potenzielle Störfaktoren der Untersuchung	48
4.2.4	Unkontrollierbare Störvariablen	51
4.3	Der Fragebogen als Forschungsinstrument.....	51
4.4	Validierung des Fragebogens im Rahmen des Prätests	56
4.5	Materialien der Untersuchung.....	57
4.6	Methodisches Vorgehen der Datenauswertung	60
5	Ergebnisse der deskriptiven Datenauswertung zur Analyse der Lernwirksamkeit digitaler FE-Methoden	63

5.1	Überblick: Statistische Auswertung.....	63
5.2	Allgemeine Merkmale der Untersuchungsteilnehmer.....	63
5.2.1	Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsteilnehmer.....	63
5.2.2	Schularten und Schulstufenverteilung der Untersuchungsteilnehmer.....	64
5.2.3	Geburtsland der Probanden und deren Eltern.....	65
5.2.4	Schuljahresnoten der Untersuchungsteilnehmer im Vergleich.....	68
5.2.5	Schulnote Geographie/Erdkunde-Wirtschaftskunde-Gemeinschaftkunde (EWG).....	71
5.2.6	Schulnote Deutsch.....	72
5.2.7	Schulnote Mathematik.....	74
5.2.8	Schulnote Physik/Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA).....	76
5.3	Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer.....	78
5.3.1	Erfahrungen mit dem Computer.....	78
5.3.2	Nutzungsintensität des Computers.....	79
5.3.3	Nutzungsintensität von Computerprogrammen.....	79
5.3.4	Internetanwendungen.....	81
5.4	Eigene Erfahrungen im Umgang mit Satellitenbildern.....	84
5.4.1	Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern im Unterricht.....	84
5.4.2	Mediale Repräsentations- und Aktionsform von Satellitenbilder im Unterricht.....	85
5.4.3	Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern privat.....	86
5.4.4	Nutzungshäufigkeit von Geobrowsern wie Google Earth, Google Maps, Bing Maps 3D und Co.....	86
6	Interferenzstatistische Datenauswertung zur Analyse der Lernwirksamkeit digitaler Fernerkundungsmethoden	88
6.1	Analyse der Lernausgangsbedingungen der Schülerinnen – Gruppenbildung.....	88
6.1.1	Dimensionsreduzierung der Item-Gruppe „Lernen mit Satellitenbildern“ und Prüfung der Diagnoseinstrumente.....	88
6.1.2	Dimensionsreduzierung der Item-Gruppe „Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie“ und Prüfung der Diagnoseinstrumente.....	96
6.1.3	Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer.....	100
6.1.4	Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern.....	102
6.2	Veränderungen der Lernausgangsbedingungen in den Subgruppen.....	105
6.2.1	Veränderungen der motivationalen Regulationsstile.....	105
6.2.2	Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes.....	114
7	Bestimmung der Lernausgangsbedingungen in den Subgruppen – eine clusteranalytische Betrachtung	120
7.1	Auswahlanalyse zum Clusterverfahren.....	120
7.2	Clustering der Untersuchungsteilnehmer.....	120

7.2.1	Auswahl der Clusterprädiktoren	121
7.2.2	Identifikation der Ausreißer	121
7.2.3	Bestimmung der Clusteranzahl	122
7.3	Ergebnisse der Two-Step-Cluster Analyse	124
7.4	Binnenprofile der Cluster	126
7.5	Zusammenhang zwischen Clustertypen und ausgewählten Kontrollvariablen	138
7.5.1	Zusammenhang zwischen Clustertypen und Geschlecht	138
7.5.2	Zusammenhang zwischen Clustertypen und Schulart	139
7.5.3	Zusammenhang zwischen Clustertypen und Alter/Klassenstufe.....	140
7.5.4	Zusammenhang zwischen Clustertypen und Fachnoten	141
7.5.5	Zusammenhang zwischen Clustertypen und Computererfahrung	142
7.5.6	Zusammenhang zwischen Clustertypen und Satellitenbilderfahrung	143
7.5.7	Zusammenhang Clustertypen und Computernutzung	147
7.5.8	Zusammenfassende Darstellung der Zusammenhänge zwischen Clustertypen und ausgewählten Kontrollvariablen	151
8	Veränderungen der Lernausgangsbedingungen – eine Clusteranalytische Betrachtung	153
8.1	Quantitative Erfassung der Veränderungen der Lernausgangsbedingungen	153
8.2	Charakteristik der einzelnen Veränderungscluster.....	160
8.3	Clustervergleich in der Gegenüberstellung	161
8.4	Zusammenhang zwischen den Veränderungscluster und den Ausgangscluster.....	164
9	Ergebnisse der Studie zur Wirksamkeit digitaler Fernerkundungsmethoden	169
9.1	Überprüfung der Forschungshypothesen.....	169
9.2	Diskussion der Ergebnisse	183
10	Fazit und Ausblick.....	191
Anhang		
A	Tabellenverzeichnis im Anhang.....	203
B	Auswertungsergebnisse der Hauptstudie	205
C	Fragebogen (Prätest).....	226
D	Fragebogen (Posttest 1, Posttest2).....	231
E	Arbeitsmaterialien	234

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Computerverfügbarkeit pro Schüler an Schulen	15
Abb. 2: Index zur Grundeinstellung im Umgang mit dem Computer, differenziert nach Geschlecht	17
Abb. 3: Anteil an Schülern, die sich zutrauen eine der folgenden computerbasierten Herausforderungen eigenständig oder mit Hilfe eines anderen zu lösen.....	18
Abb. 4: Index zur computerbezogenen Selbsteinschätzung, differenziert nach Geschlecht.....	19
Abb. 5: Modell einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption	24
Abb. 6: Kontinuum der Selbstbestimmung.....	35
Abb. 7: Organigramm zum Untersuchungsdesign	44
Abb. 8: Analysespinne zur Einordnung und Überprüfung kompetenzorientierter Aufgaben im Geographieunterricht am Beispiel der Lernmaterialien "Bananenplantagen in Costa Rica"	59
Abb. 9: Organigramm zur statistisch - methodischen Datenauswertung	60
Abb. 10: Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsteilnehmer	64
Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsteilnehmer nach Klassenstufe	65
Abb. 12: Geburtsland des Vaters der Untersuchungsteilnehmer	67
Abb. 13: Geburtsland der Mutter der Untersuchungsteilnehmer	68
Abb. 14: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Geographie/EWG	71
Abb. 15: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Geographie/EWG	72
Abb. 16: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Deutsch	73
Abb. 17: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Deutsch	73
Abb. 18: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Mathematik	75
Abb. 19: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Mathematik	75
Abb. 20: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Physik/bzw. im Fächerverbund NWA	77
Abb. 21: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fächerverbund NWA	77
Abb. 22: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Computererfahrung	78
Abb. 23: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Computererfahrung	79
Abb. 24: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Nutzungsintensität von desktopbasierenden Computerprogrammen	81
Abb. 25: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Nutzungsintensität von webbasierten Anwendungen (dargestellt als prozentuale Häufigkeitsverteilung)	83
Abb. 26: Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern im Unterricht	84
Abb. 27: Verwendung von Satellitenbildern im Unterricht (getrennt nach Nutzungsform)	85
Abb. 28: Vergleich der Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern (privat) und Nutzung von Geobrowsern (getrennt nach Schularten)	87
Abb. 29: Vergleich der Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern (privat) und Nutzung von Geobrowsern (getrennt nach Geschlecht)	87

Abb. 30: Chronologische Übersicht über die statistischen Prüfungsverfahren im Rahmen der Faktorenanalyse zur Dimensionsreduzierung der Items	88
Abb. 31: Häufigkeitsverteilung der Item-Antworten PB1, PB5, PB9, PB13, PB17 (Items zur Erfassung des intrinsischen Regulationsstils der Motivation)	90
Abb. 32: Screeplot aus der SPSS-Ausgabe (Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; Items PB1-PB17)	95
Abb. 33: Screeplot aus der SPSS-Ausgabe (Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; Items C2-C17)	99
Abb. 34: Häufigkeitsverteilung der Item-Antworten PCD6.1, PCD6.2, PCD6.3, PCD6.4, PCD6.5, PCD6.6, PCD6.7 (Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer).....	101
Abb. 35: Häufigkeitsverteilung der Item-Antworten Satbild PE6.1, Satbild PE6.2, Satbild PE6.3, Satbild PE6.4 (umgepolt), Satbild PE6.5, Satbild PE6.6 (umgepolt) (Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern).....	104
Abb. 36: Veränderung der intrinsisch-motivationalen Regulationsstile bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung	105
Abb. 37: Veränderung der intrinsisch-motivationalen Regulationsstile der Motivation bei klassendifferenzierter Betrachtung.....	107
Abb. 38: Veränderung der extrinsisch- introjierten Regulationsstile der Motivation bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung	109
Abb. 39: Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) bei geschlechtsdifferenzierter und geschlechtsübergreifender Betrachtung	110
Abb. 40: Geschlechtsdifferenzierte Häufigkeitsverteilung der Veränderung des Selbstbestimmungsindex von t_0 zu t_1	111
Abb. 41: Schulartdifferenzierte Häufigkeitsverteilung der Veränderung des Selbstbestimmungsindex von t_0 zu t_1	113
Abb. 42: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (Allgemein) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung	115
Abb. 43: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (kriterial) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung	116
Abb. 44: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (individual) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung	117
Abb. 45: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (sozial) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung	118
Abb. 46: Organigramm zum Ablauf der Clusteranalyse	120
Abb. 47: Entwicklung des Heterogenitätsmaßes, dargestellt als Scree-Plot	123
Abb. 48: Clustergrößen und Clusterverteilung	124
Abb. 49: Bedeutsamkeit der Clusterprädiktoren	125
Abb. 50: Zusammenfassende Darstellung der Ausgangscluster-Binnenprofile; nach Bedeutsamkeit der Prädiktoren sortiert	126
Abb. 51: Cluster-Vergleich in Bezug zur Gesamtverteilung der Merkmale.....	127
Abb. 52: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Unmotivierter Selbstzweifler“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation	128

Abb. 53: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters: „Unmotivierter Selbstzweifler“	130
Abb. 54: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Wenig selbstbestimmter Newbie“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation	131
Abb. 55: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters: „Wenig selbstbestimmter Newbie“	133
Abb. 56: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Interessierter Durchschnittstyp“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation	134
Abb. 57: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters: „Interessierter Durchschnittstyp“	135
Abb. 58: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Erfahrener, selbstbestimmter Anpacker“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation	136
Abb. 59: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters: „Erfahrener selbstbestimmter Anpacker“	137
Abb. 60: Kreuztabelle Clustertypen und Geschlecht	139
Abb. 61: Kreuztabelle Clustertypen und Schulart	140
Abb. 62: Kreuztabelle Clustertypen und Alter bzw. Klassenstufe	141
Abb. 63: Kreuztabelle Clustertypen und Zeugnisnoten in Geographie/EWG, Deutsch, Mathematik und Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA)	142
Abb. 64: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildnutzung (in der Schule)	144
Abb. 65: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildnutzung (privat)	145
Abb. 66: Kreuztabelle Clustertypen und Verwendung von Geobrowsern	146
Abb. 67: Kreuztabelle Clustertypen und Zeit vor dem Computer (täglich)	148
Abb. 68: Kreuztabelle Clustertypen und Verwendung von Lernsoftware	149
Abb. 69: Kreuztabelle Clustertypen und Zeitaufwendungen für Internet Online Spiele	150
Abb. 70: Hierarchische Clusteranalyse: Dendrogramm	156
Abb. 71: Elbow-Kriterium zur Bestimmung der Clusterzahl (Scree-Plot), gemäß: Hierarchischer Clusteranalyse (Cluster-Methode: Linkage zwischen den Gruppen, Quadrierter Euklidischer Abstand, Z-Transformation der Variablen)	156
Abb. 72: Clustergrößen und Clusterverteilung	157
Abb. 73: Bedeutsamkeit der Clusterprädiktoren für das Clustering	158
Abb. 74: Zusammenfassende Darstellung der Veränderungscluster-Binnenprofile	159
Abb. 75: Cluster-Vergleich der Veränderungstypen im Vergleich zur Gesamtverteilung der Merkmale	162
Abb. 76: Kreuztabellarischer Vergleich von Ausgangsclustertypen (Prätest t_0) und Veränderungstypen (ermittelt als Differenzcluster: Posttest t_1 - Prätest t_0)	165
Abb. 77: Zusammensetzung der Veränderungscluster-Typen (ermittelt als Differenzcluster: $t_1 - t_0$) getrennt nach den jeweiligen Ausgangscluster-Typen (Prätest t_0)	168

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Teilnehmende Klassen/ Schulen	43
Tab. 2: Schuljahresnoten insgesamt und schulartendifferenziert	69
Tab. 3: Schuljahresnoten insgesamt und schulartendifferenziert getrennt nach Geschlecht	70
Tab. 4: Veränderung der intrinsisch-motivationalen Regulationsstile der Motivation bei klassendifferenzierter Betrachtung (Mittelwerte)	107
Tab. 5: Statistische Kennzahlen zur Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) von t_0 zu t_1 (in Abhängigkeit vom Geschlecht)	111
Tab. 6: Statistische Kennzahlen zur Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) von t_0 zu t_1 (in Abhängigkeit von der Schulart)	113
Tab. 7: Kreuztabelle Clustertypen und Geschlecht	138
Tab. 8: Kreuztabelle Clustertypen und Schulart	139
Tab. 9: Kreuztabelle Clustertypen und Geographie-/EWG-Note	142
Tab. 10: Kreuztabelle Clustertypen und Computererfahrung	143
Tab. 11: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildeinsatz in der Schule	143
Tab. 12: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildeinsatz privat	145
Tab. 13: Kreuztabelle Clustertypen und Einsatz von Geobrowsern	146
Tab. 14: Kreuztabelle Ausgangscluster-Typen (Prätest t_0) und Veränderungscluster-Typen (ermittelt als Differenzcluster: Posttest t_1 - Prätest t_0)	166

Abkürzungsverzeichnis

BLIF:	Akronym für die Webapplikation " B lickpunkt F ernerkundung"
DGfG:	D eutsche G esellschaft für G eographie
HGD:	H ochschulverband für G eographiedidaktik (Namensänderung gemäß Satzungsänderung 08/2012)
FE:	F ernerkundung
FAM:	F ragebogen zur Erfassung aktueller M otivation (in Lern- und Leistungssituationen)
OECD:	O rganization for E conomic C o-operation and D evelopment
PISA:	Program for International Student Assessment
Sek. I:	S ekundarstufe I
SDI:	Selbstbestimmungsindex
SEOS:	S cience E ducation through Earth O bservation for High Schools
SILC:	S atellite I mage L earning C entre
SPSS:	S tatistical P ackage for the S ocial S ciences
SK:	Selbstkonzept
t ₀ :	Prätest der Hauptuntersuchung (Baselinemessung)
t ₁ :	Posttest 1 der Hauptuntersuchung
t ₂ :	Posttest 2 der Hauptuntersuchung (Baselinemessung)
T ₁ :	Treatment 1
T ₂ :	Treatment 2
www:	W orld W ide W eb
Abb.:	Abbildung
bzw.:	beziehungsweise
d.h.:	das heißt
ebd. :	ebenda
Tab.:	Tabelle
u.a.:	und andere
usw.:	und so weiter
vgl.:	vergleiche
z.B.:	zum Beispiel
sog.:	so genannte

1 Einleitung und Problemstellung

"Wenn wir uns hoch über die Erde erheben könnten,
würden wir die Welt, in der wir leben, besser verstehen."
(Sokrates, vor ca. 2400 Jahren)

Im Zeitalter von „Google Earth“ ist inzwischen beinahe jedem der packende Blick auf die Erde möglich, von dem der griechische Philosoph Sokrates bereits vor 2400 Jahren geträumt haben muss. Satellitenbilder, von Brucker als „(...) Schlüssel zum Verständnis der Erde(...)“ (BRUCKER 2006) bewertet, bieten neben der reinen Fachinformation ein großes didaktisches Potential in der Schule von heute und morgen. Bei den vertrauten Echtfarbendarstellungen (wie sie „Google Earth“ anbietet) bleibt allerdings eine Fülle an Informationen, die ein multispektrales Satellitenbild liefert, ungenutzt (ALBERTZ 2007). Die Erschließung und Inwertsetzung dieser Ressource, im Sinne einer zeitgemäßen digitalen Lernkultur im Geographieunterricht, ist eines der zentralen Anliegen der Fernerkundungsdidaktik (BRUCKER 2006).

Neben der Anschaulichkeit, der Authentizität und der Aktualität, wird Satellitenbildern ein hohes Lernpotential zugeschrieben. Im Unterricht planvoll eingesetzt, versprechen sie als eines der geographischen Leitmedien einen zentralen Beitrag zur Unterstützung der raumbezogenen Handlungskompetenz - dem Leitziel des Geographieunterrichts - zu leisten (WOLF & SIEGMUND 2007, SIEGMUND 2011, DITTER et al. 2012). Aus diesem Grund hat der verpflichtende Einsatz derartiger Geomedien im Geographieunterricht Eingang in den föderalen Bildungsstandards der meisten Bundesländer gefunden. Trotz der Heterogenität der föderalen Bildungspläne wird in 13 Bundesländern der Einsatz von Satellitenbildern explizit gefordert (SIEGMUND 2011).

Eine Grundkompetenz, die in zahlreichen nationalen wie internationalen Bildungsstandards ersucht wird, ist die Fähigkeit, selbständig geographische Informationen aus Luft- und Satellitenbildern zu gewinnen, zu interpretieren und auswerten zu können (DGFG 2007; NCGE 2009). Im Zuge dessen spielt die Forderung nach einem kompetenten Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten eine wachsende und zentrale Rolle (DITTER et al. 2011, SIEGMUND et al. 2008, VOSS et al. 2007, SIEGMUND, A. & MENZ, G. 2005).

Allerdings zeigen sich bei der konkreten Umsetzung dieses Anspruchs im Unterrichtsalltag erhebliche Probleme. Trotz der hohen unterrichtlichen Bedeutsamkeit und des hohen Motivationsanreizes, mangelt es, wie u.a. eine internationale Studie zum Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht zeigen konnte, an einem didaktischen und handlungsleitendem Gesamtkonzept zur Etablierung dieser Unterrichtsmethode (SIEGMUND 2011).

Um die Möglichkeiten der Fernerkundung zur Förderung einer naturwissenschaftlichen und geographischen Handlungskompetenz gewinnbringend in den Unterricht einbringen und damit

auch den Forderungen der Bildungspläne Rechnung tragen zu können, bedarf es dem entsprechend geeignete Lernumgebungen und schülergerechte Softwarelösungen. Für den professionellen Nutzer ist zu diesem Zweck seit längerem ein breites Angebot an entsprechender Software verfügbar. Die angebotenen Applikationen (z.B. ERDAS Imagine, ENVI, IDRISI, oder eCognition) sind jedoch in keinster Weise für den Schuleinsatz konzipiert und dementsprechend kaum verwendbar. Neben den meist hohen Kosten erscheint vor allem die selten intuitive Benutzerführung und der enorme Funktionsumfang der (englisch sprachigen) Softwareprodukte deutlich zu komplex für die Zielgruppe „Schüler¹“ zu sein.

Die im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes "*Blickpunkt Fernerkundung (BLIF) – Softwareentwicklung zur Auswertung digitaler Satelliten- und Luftbilder als Beitrag einer nachhaltigen Umweltbildung*" entwickelte interaktive Lernplattform hat sich dieser Problembereiche gestellt. Eingebunden in ein didaktisches Gesamtkonzept bietet BLIF den Schülern die Möglichkeit, eigenständig auf dem Gebiet der Fernerkundung zu agieren. Durch die problemorientierte und aktive Auseinandersetzung mit Satellitenbildern intendiert das Lernangebot sowohl die fachlichen als auch überfachlichen Kompetenzfelder der jungen Anwender nachhaltig zu fördern. Die Auseinandersetzung mit dem multimedialen Lernangebot vereinigt die methodischen Grundkompetenzen der Informationstechnik mit der Raumverhaltenskompetenz der Geographie und verbindet diese mit der Faszination, die im Umgang mit Satelliten- und Luftbildern zu erwarten ist (SIEGMUND, A. & MENZ, G., 2005).

Um die Fernerkundung zunehmend im geo- und naturwissenschaftlichen Unterricht zu etablieren, ist ein wesentliches Ziel des Projektes zum einen, die Lehrer vom methodisch-didaktischen Potential von BLIF zu überzeugen, zum anderen aber auch, die Schüler zu motivieren, aktiv auf diesem Gebiet zu forschen. Das Interesse, einen Hauch Weltraum-Forschung in die Schule zu bringen, wird über die damit verbundene Faszination genährt (WOLF & SIEGMUND 2007). Um allerdings bildende Lernprozesse zu initiieren, bedarf es intensiver handlungsorientierter Auseinandersetzung auf diesem Gebiet, die wiederum zu einem erheblichen Teil über die Motivation des Lernenden gesteuert wird (BLES 2002). Entsprechend der Selbstbestimmungstheorie im Kontext pädagogischen Lernens, ist der Schüler im optimalen Fall intrinsisch motiviert und interessiert sich für den Lernstoff. Der zu erwartende Lernerfolg korreliert dabei in hohem Maße mit dem Grad an erfahrener Selbstbestimmung, kann durch

¹ Hinweis:

In der vorliegenden Arbeit wird nicht die Form Lehrerinnen/ Lehrer, Schülerinnen/ Schüler verwendet, sondern Lehrer, Schüler. Bei der Bezeichnung der Nutzertypen wird vereinzelt der maskuline Artikel "der" davorgesetzt. Dies impliziert selbstverständlich auch die weibliche Form und dient der besseren Lesbarkeit. Keinesfalls stellt dies eine Wertung dar.

äußere Anstöße initiiert werden und dabei über einen längeren Zeitraum vom Lernenden internalisiert werden. (DECI & RYAN 1991). Diese Initiationsprozesse sollen in der Auseinandersetzung mit BLIF erfolgen. Dabei ist es ein vorrangiges Ziel, neben den Bedürfnissen nach Autonomie und Beziehungen, das von Deci postulierte Bedürfnis zur Kompetenzerweiterung (DECI 1975) anzusprechen, um dadurch die Motivation der Lernenden zu unterstützen.

Zwei entscheidende Faktoren für den beabsichtigten Lernerfolg sind neben dem „autonomen intrinsisch motivierten Verhalten“ (BLES 2002) auch die Wahrnehmung einer Kompetenzzunahme. Diese wiederum zeigt sich in einer Veränderung des fachlichen Fähigkeitsselbstkonzeptes (SCHÖNE et al. 2003) - hier bezogen auf das Fach Geographie.

In der hier zu Grunde liegenden Follow-Up- Studie wurden mögliche Veränderungen beider Variablen im Rahmen einer quantitativen Erhebung gemessen. Hierzu wurde mit Hilfe normierter Skalentestbögen, wie in Kapitel 4 näher beschrieben, eine Baseline-Messung (t_0) zu Motivation und fachlichem Selbstkonzept durchgeführt. Danach erfolgte das Treatment, in Form einer aktiven Auseinandersetzung mit BLIF in dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien unter Leitung von R. Ditter, wonach erneut eine Erhebung (t_1) des fachlichen Selbstkonzeptes und der Motivation organisiert wurde.

Um mögliche Aussagen über die Wirksamkeit des Treatments machen zu können, erfolgte für einen Teil der Probanden, nach wiederholter Auseinandersetzung mit BLIF im schulischen Kontext, ebenfalls unter Leitung von R. Ditter, eine wiederholte Messung (t_2) unter Verwendung der normierten Testbögen.

2 Stand der Forschung und der bildungspolitischen Betrachtung

2.1 Vom Lernen mit Neuen Medien zum "Neuen Lernen" mit Medien – eine Bestandsaufnahme in Deutschland

Nachdem die digitale Revolution zunehmend in alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens Einzug gehalten hat, greift auch die "Digitalisierung raumbezogener Information" mittlerweile weit in unseren Alltag hinein und findet auch in den deutschen Klassenzimmern sukzessive Eingang (DITTER et al. 2012, S. 215). Der unterrichtliche Wandel "vom Lernen mit Neuen Medien zum Neuen Lernen mit Medien" (HERZIG et al. 2007, S.15) dokumentiert sich auch in einer breiten didaktischen Forschung im Kontext der Nutzung Neuer Medien. Im Wesentlichen fokussiert diese auf zwei zentrale Fragenstellungen: Einerseits, in wie weit und in welcher Form digitale Medien im Unterricht eingesetzt werden und andererseits, welche lernfördernde Wirkung durch die Verwendung Neuer Medien erzielt werden kann. Neben der Standortbestimmung und dem eruierten Mehrwert digitaler "Alltagsinstrumente im Bildungswesen" (HERZIG et al. 2006), werden vielfach didaktische Konzeptionen zur Einbindung Neuer Medien in einen innovativen Unterricht entwickelt und evaluiert. Ziel dieser Handlungsempfehlungen stellt die Förderung und Etablierung digitaler Medien in die alltägliche Unterrichtspraxis dar.

Eine zentrale Studie zur privaten Computernutzung und Einbindung digitaler Medien in die tägliche Unterrichtspraxis stellt die PISA-Studie aus dem Jahre 2009 dar. Demnach steht 98,8% aller deutschen Schüler ein Computer zu Hause zur Verfügung. Damit liegt Deutschland deutlich über dem OECD Durchschnitt von 93,8%. Im Vergleich zur PISA Erhebung im Jahr 2000 steigerte sich die häusliche Computerverfügbarkeit nochmals um 11,8% (OECD 2011, S.146), so dass der Computer heute weitestgehend zur Grundausstattung in jedem Haushalt mit Jugendlichen zählt.

Noch deutlicher fällt die Zunahme der privaten Internetzugänge aus. 95,8% aller deutschen Schüler steht gemäß der aktuellen PISA Erhebung (2009) ein Internetzugang zur Verfügung (OECD Durchschnitt (2009): 88,9%). Die Nutzung webbasierter Inhalte bestand 9 Jahre zuvor nur für 40% der deutschen Schüler. Damit lag die Quote der Anbindung an das World-Wide-Web unterhalb des OECD Durchschnitts (2000) von 44,7% (OECD 2011, S.149).

Ein ganz anderes Bild zeigt sich bei den technischen Voraussetzungen zur Nutzung digitaler Medien in der Schule. Diese wird nach wie vor strukturell erschwert, da Deutschland der aktuellen PISA-Studie zufolge mit 0,09 Computern pro Schüler deutlich unter dem OECD Durchschnitt von 0,13 liegt und damit im Bereich der Länder Mexico (0,09), Thailand oder Rumänien (jeweils 0,08) einzuordnen ist. Das Nachbarland Österreich (0,23), beziehungsweise

Norwegen (0,21) oder die USA (0,19) stellen mehr als doppelt so viele Computer pro Schüler in den Schulen bereit (OECD 2011, S. 151).

Dennoch zeigt sich auch in Deutschland im Vergleich zur vorherigen PISA Studie (2000) eine signifikante Zunahme der PC-Arbeitsplätze an Schulen. Dies ist in der folgenden Darstellung (vgl. Abb. 1) im Vergleich zu den teilnehmenden 25 OECD Staaten dargestellt.

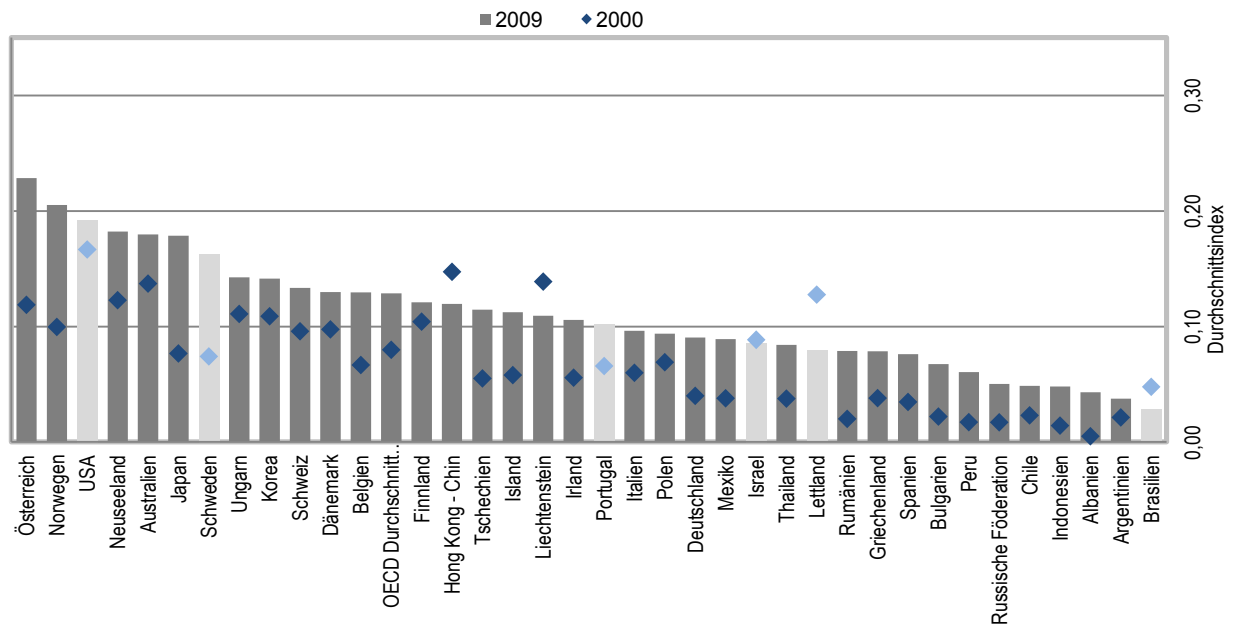


Abb. 1: Computerverfügbarkeit pro Schüler an Schulen (OECD Vergleich 2000 und 2009)

(Quelle: OECD, PISA 2009 Database, Table VI.5.8; <http://dx.doi.org/10.1787/888932435435>)

Im OECD Vergleich gehört damit Deutschland zu der Clustergruppe der zehn Staaten, die im Verhältnis zur Schülerzahl (operationalisiert anhand der 15 jährigen Schüler) eine unterdurchschnittliche Computerausstattung an Schulen bei gleichzeitig überproportionaler IT-Ausstattung zu Hause aufzeigen. Dabei korreliert die Computerverfügbarkeit mit der jeweiligen Nutzung der Hardware. Dementsprechend nutzen deutsche Schüler den Computer im OECD Vergleich unterdurchschnittlich an der Schule und überdurchschnittlich im heimischen Umfeld (OECD 2011, S. 152f, 155f). Dies indiziert auch, dass die Adaption der Informationstechnologie in die schulische Praxis sich langsamer vollzieht als die Einbindung dieser in das private Umfeld, und dass digitale Medien bislang noch nicht ganzheitlich in die pädagogische Arbeit integriert sind. Dies gilt im besonderen Maße für deutsche Schulen. Gemessen am Index der Computernutzung an Schulen liegt Deutschland deutlich unterhalb des OECD-Mittels auf Platz 34 von 45 teilnehmenden Ländern (OECD Staaten, sowie 16 Partnerländer). Zu den häufigsten Nutzungsarten von Informationstechnologien mit mindestens wöchentlicher Nutzung im Unterricht, zählen im OECD-Schnitt die Internetrecherche für Schulaufgaben (39%), die

Computernutzung im Rahmen von Gruppenarbeiten oder die Kommunikation mit Mitschülern (22%), das Emailen (19%) und das individuelle Erledigen von Hausaufgaben (18%).

Bei der nach Fachbereichen differenzierten Betrachtung zeigt sich, dass der Computer im OECD Durchschnitt vorzugsweise in den sprachlichen Fächern eingesetzt wird. 26% der Schüler gaben an, mindestens "einige Zeit" innerhalb einer typischen Schulwoche den Computer im Sprachunterricht einzusetzen. Im (Natur-) wissenschaftlichen Unterricht ist dies nach Angabe der Schüler bei 25% der Befragten der Fall. Auch im Fach Mathematik kommt der Computer bei 16% der Schüler regulär zum Einsatz. An deutschen Schulen scheint diese Unterrichtsmethode weniger verbreitet zu sein. 83,2% der deutschen Schüler gaben an, den Computer zum Spracherwerb nicht einzusetzen. Damit befindet sich Deutschland deutlich über dem OECD Durchschnitt von 74%. Für den Einsatz des Computers im wissenschaftlichen bzw. mathematischen Unterricht wurde im Rahmen der PISA Studie 2009 keine Nutzungsdauer erhoben (OECD 2011, S. 165f).

Ähnliche Defizite zeigen sich in Deutschland auch bei Computernutzung zu Hause, um schulrelevante Tätigkeiten wie Hausaufgaben oder fachspezifische Internetrecherchen durchzuführen. Im Durchschnitt aller an der PISA Studie 2009 partizipierenden OECD Staaten zeigt sich, dass die häusliche Computernutzung für Schulaufgaben sich nur teilweise intensiver Verwendung erfreut. Deutschland liegt, bezogen auf den Index der Computernutzung für schulrelevante Aufgaben, im letzten Drittel und damit auffällig unter dem OECD Durchschnitt (OECD 2011, S. 160f). Bei genderspezifischer Betrachtung zeigen sich zudem auffällige Unterschiede bei der Nutzung des heimischen Computers, in Abhängigkeit vom Nutzungsverhalten. Den Computer als Medium der Freizeitgestaltung nutzen in allen OECD Staaten die männlichen Probanden intensiver als die weiblichen Teilnehmer. Im OECD-Ranking der Geschlechtsdifferenzen liegt Deutschland mit Platz sieben in der Gruppe der Länder, die auffällige Nutzungsunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Jugendlichen aufzeigen. Andererseits nutzen Schülerinnen den privaten PC im OECD-Mittel geringfügig häufiger als ihre männlichen Mitschüler, um Schulaufgaben damit zu erledigen. Die Gender-Unterschiede bei deutschen Schülern sind hier jedoch so geringfügig, so dass die Differenzen als nicht signifikant zu werten sind. Dies verdeutlicht, dass die Einbindung neuer Medien in den Unterricht an deutschen Schulen noch deutlich ausbaufähig erscheint und der privaten Nutzung signifikant hinterher hinkt. Zumal die Einstellung und Motivation der Lernenden in Bezug auf den Umgang mit dem Computer als positiv und damit lernfördernd einzuschätzen sind. Im OECD-Durchschnitt gaben 76% aller befragten Schüler an, dass sie Computer nutzen, da sie daran interessiert sind, und 83% attestierten der Beschäftigung mit dem PC eine sehr hohe Bedeutung (OECD 2011, S. 168f). Aus den subjektiven Selbsteinschätzungen der Schüler wurde ein Index zur Erfassung der generellen Einstellung in Bezug auf den Umgang mit dem Computer generiert. Die vergleichsweise geringe Varianz des Index spiegelt die quer durch das

OECD Gebiet vorhandene positive Grundeinstellung und das hohe Interesse seitens der Schüler im Umgang mit dem Computer wider. Die deutschen Schüler liegen bei diesem Ranking sogar deutlich über dem OECD-Mittel, bei jedoch auffallend ausgeprägten Geschlechtsunterschieden (vgl. Abb. 2). Die positive Grundeinstellung von männlichen Schülern ist in diesem Bereich signifikant größer als die der Schülerinnen (OECD 2011, S. 169).

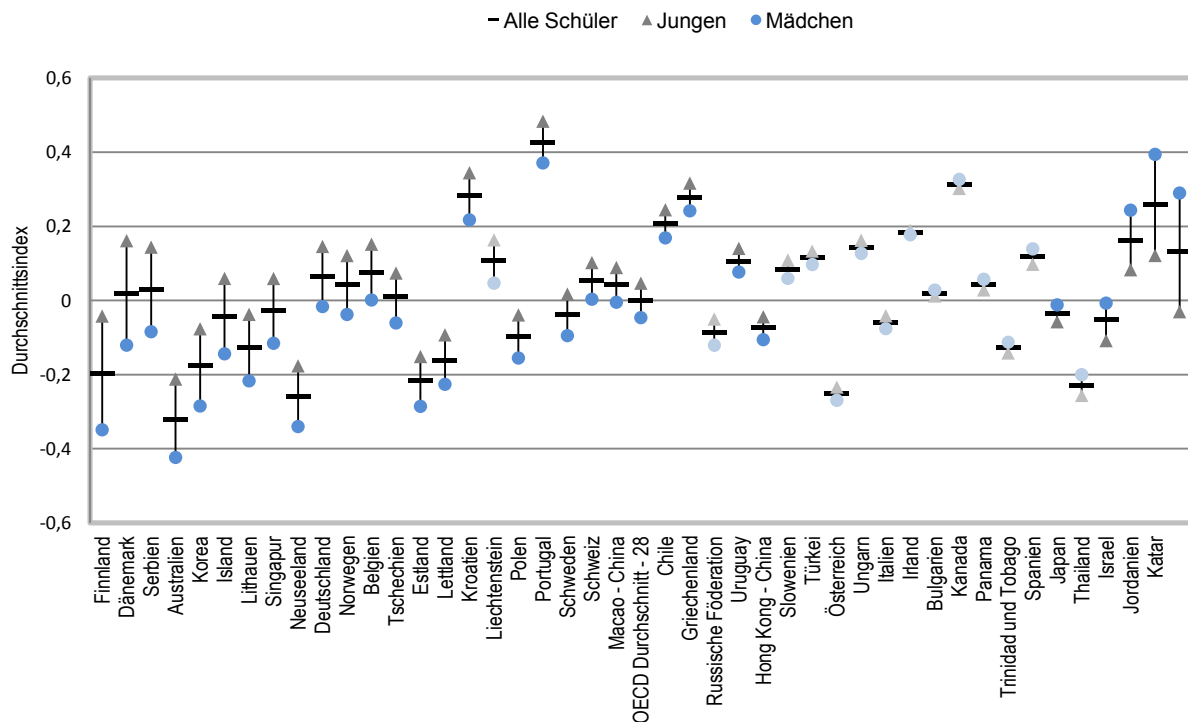


Abb. 2: Index zur Grundeinstellung im Umgang mit dem Computer, differenziert nach Geschlecht

(Quelle: OECD, PISA 2009 Database, Table VI.5.25; <http://dx.doi.org/10.1787/888932435435>)

Zudem zeigt die PISA Studie, dass in Deutschland Schüler aus sozial benachteiligten Gesellschaftsschichten einen geringfügig höheren Einstellungs-Koeffizienten aufweisen als Schüler aus sozial-ökonomisch besser gestellten Milieus. Diese Besonderheit zeigen im PISA-Vergleich ansonsten nur Schüler aus der Schweiz und aus Singapur.

Eine zweite im Rahmen der PISA Studie 2009 erhobene Selbsteinschätzung beschäftigte sich mit dem Zutrauen der Schüler im Umgang mit dem Computer. Hierzu wurden fünf computerspezifische Aufgaben erfragt: die digitale Bildbearbeitung, das Erstellen von Datenbanken, das Anfertigen von Graphen aus Tabellenkalkulationsprogrammen, das Erstellen von Präsentationen sowie das Gestalten von Multi-Media-Präsentationen. Dabei zeigte sich im OECD Mittel, dass Schüler vor allem beim "Bearbeiten digitaler Fotografien und sonstiger grafischer Darstellungen", wozu Satellitenbilder zu zählen sind, sowie beim "Erstellen von multimedialen Präsentationen" ein sehr hohes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten haben. Ein hoher Anteil der Befragten traut sich zu, die digitalen Herausforderungen eigenständig zu bewältigen (vgl. Abb. 3).

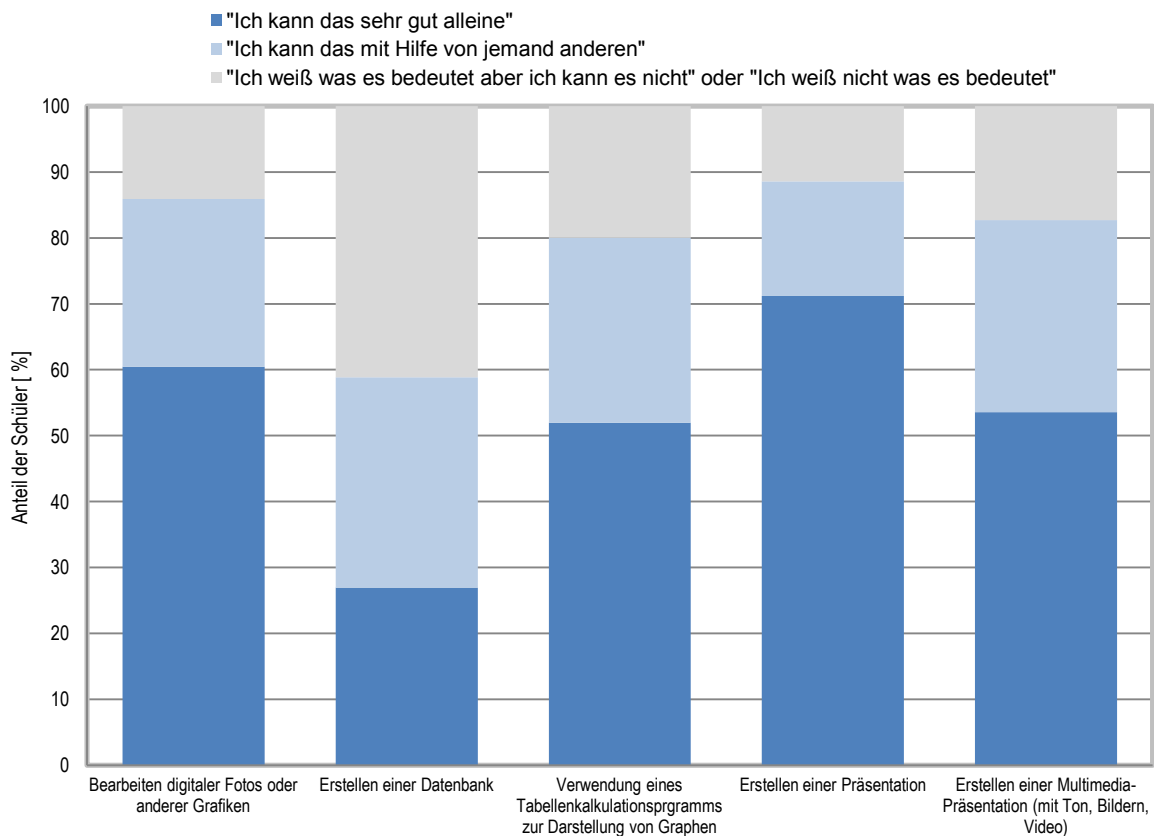


Abb. 3: Anteil an Schülern, die sich zutrauen eine der folgenden computerbasierten Herausforderungen eigenständig oder mit Hilfe eines anderen zu lösen
(Quelle: OECD, PISA 2009 Database, Table VI.5.26; <http://dx.doi.org/10.1787/888932435435>)

Aus den einzelnen Einschätzungen wurde ein entsprechender Index generiert. Das daraus ermittelte Ranking der teilnehmenden Nationen attestiert den deutschen Schülern ein überdurchschnittlich hohes Selbstvertrauen, potentielle computerbasierte Aufgaben mit höherem Anforderungsniveau zu lösen.

Die geschlechtsdifferenzierte Abfrage zeigt, dass die Selbsteinschätzung von männlichen Schülern in diesem Bereich signifikant höher als die der Schülerinnen ist (OECD 2011, S. 170). Im Ranking der Länder mit den größten Geschlechtsunterschieden belegt Deutschland den vierten Platz und bestätigt damit, dass gerade hierzulande nicht unerhebliche genderspezifische Unterschiede bestehen. Diese nationalen Differenzen beruhen jedoch nicht auf einer auffälligen Geringschätzung der Fähigkeiten der weiblichen Teilnehmer, sondern vielmehr auf dem überdurchschnittlich hohen Zutrauen in die eigenen computerbasierten Kompetenzen der männlichen Probanden (vgl. Abb. 4).

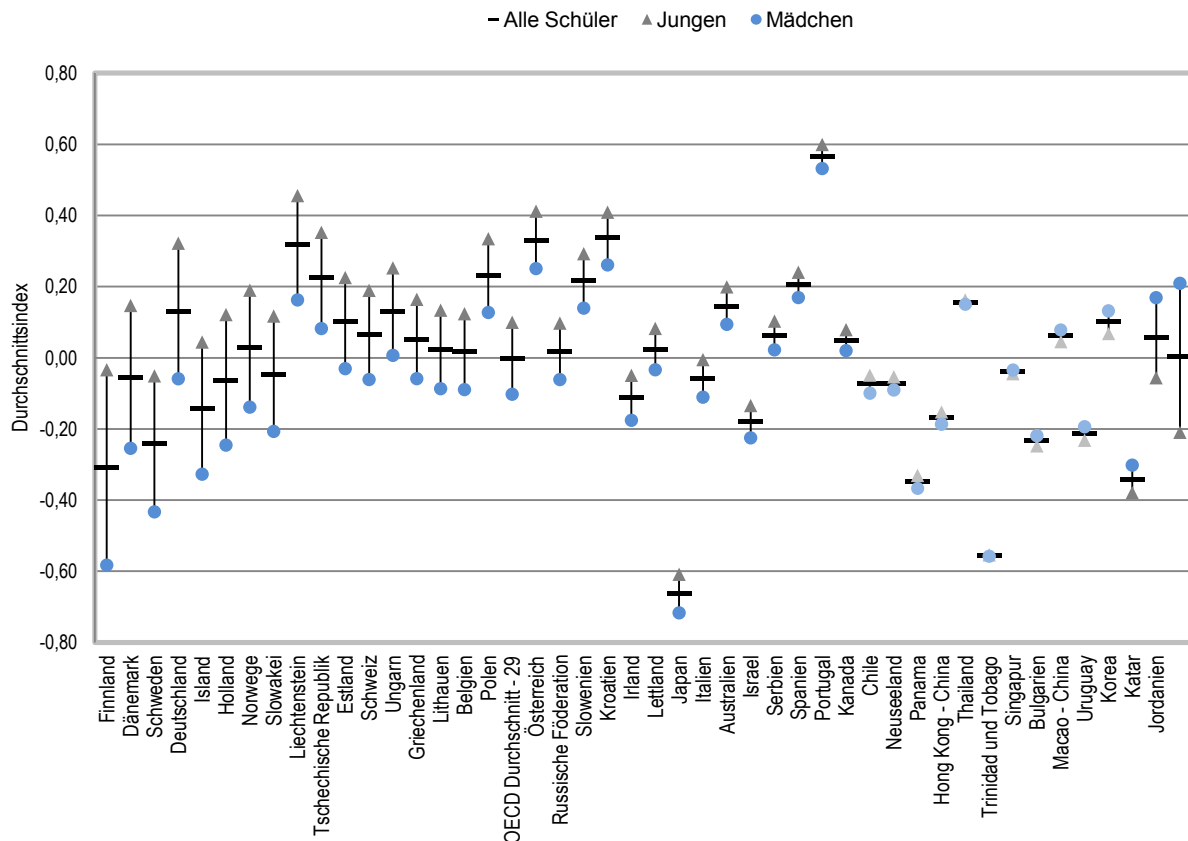


Abb. 4: Index zur computerbezogenen Selbsteinschätzung, differenziert nach Geschlecht

(Quelle: OECD, PISA 2009 Database, Table VI.5.27; <http://dx.doi.org/10.1787/888932435435>)

Eine weitere richtungsweisende Studie zur Wirksamkeit der Verwendung digitaler Medien an bundesweiten Schulen ist die synoptische Forschungsarbeit von HERZIG et al. aus dem Jahre 2006. In Bezug auf die Wirkung digitaler Medien im Lehr- und Lernprozess, geht aus den Untersuchungen hervor, dass die Passung des eingesetzten Neuen Mediums zu den Lernvoraussetzungen der Schüler eine wichtige Stellgröße für den Lernerfolg darstellt. Der Einsatz von digitalen Medien im Unterricht bewirkt auf Seiten der Lernenden erkennbare "positive Veränderungen [...] im Bereich des selbstständigen und selbst gesteuerten Arbeitens, der Kooperation und der Medienkompetenz (...)" (HERZIG et al. 2006, S. 92; SCHULZ-ZANDER 2003, S. 26). Diese Wirkung ist dabei zum Teil auf computerbasierte Lernsituationen beschränkt. Herzig weist weiter auf die zum Teil geschlechtsspezifisch zu Gunsten der männlichen Schüler ausgeprägten computerbezogenen überfachlichen Kompetenzen hin. Ersten Untersuchungen zufolge erscheint es möglich, dass über den ritualisierten Einsatz Neuer Medien eine „Angleichung der Fähigkeiten beider Geschlechter“ erreicht werden kann (HERZIG et al. 2006, S. 92). Für eindeutige Befunde fehle es hierzu jedoch an repräsentativen Untersuchungen. Nachweislich zeigt die Einbindung digitaler Medien in den Unterricht jedoch Veränderungen, bezogen auf "mehr – und teilweise qualitativ verbesserte – Gruppenarbeit, eine höhere Anschaulichkeit des Unterrichts, einen höheren Grad an Schülerzentrierung, z.B. durch

eigenständige Bearbeitung von Aufgaben, eine verbesserte Aufmerksamkeit und deutlich mehr Motivation und Freude am Unterricht" (HERZIG et al. 2006, S. 93).

Im Rahmen einer breit angelegten qualitativen Studie in 224 skandinavischen Schulen konnten durch den Einsatz digitaler Medien weitere positive Auswirkungen auf die unterrichtlichen Lernprozesse validiert werden (vgl. GERTSEN et al. 2006). Die im Rahmen der Untersuchung befragten Lehrer, Eltern und Schüler attestierten den Neuen Medien positive Effekte auf die Lernfaktoren: Selbsttätigkeit, Schülerengagement, Binnendifferenzierung, Schüler-Kreativität und Unterrichts-Effektivität.

Die Einbindung Neuer Medien in den alltäglichen Unterricht revolutioniert nicht die bekannten Unterrichtsmethoden, sie kann allerdings als zeitgemäße Vermittlungsvariable von Lerninhalten entsprechend Lernprozesse optimieren. Die ritualisierte Auseinandersetzung mit Neuen Medien in der täglichen Unterrichtspraxis kann nachhaltig zu einer Veränderung der Unterrichtskultur beitragen, wenn dabei verstärkt binnendifferenzierende und kooperationsfördernde Lernformen zum Einsatz kommen. Der Lernbegleiter agiert dabei in der Regel weniger als „Wissensvermittler“, sondern mehr als Berater und Moderator (vgl. SCHULZ-ZANDER 2003, S. 26).

Im Kontext der berufspropädeutischen Funktion nehmen digitale Medien eine bedeutsame Rolle ein, da durch sie Jugendliche auf die „Bewältigung zukünftiger Berufs- und Lebensanforderungen“ vorbereitet werden.

Mit Bezug zur OECD-Studie „Learning to change: ICT in schools“ schreibt Herzig den Digitalen Medien dabei die metaphorische Rolle eines „Trojanisches Pferdes“ zu, da diese, kraft ihrer Möglichkeiten, einerseits Schulentwicklung forcieren, und andererseits die „Digital Literacy“ der Heranwachsenden fördern kann (HERZIG et al. 2006, S. 124). Zur Ausfüllung dieser tragenden Rolle sind neben der Ausweitung an Fortbildungs- und Beratungsangeboten für Lehrer und Schulklassen (auch vor Ort), auch die Verbesserung der lernfördernden infrastrukturellen Ausstattung von elementarer Bedeutung (vgl. HERZIG et al. 2006, S. 131ff). Zur nachhaltigen Einbindung Neuer Medien in den Unterrichtsalltag bedarf es weiterhin neben der „breiten Akzeptanz im Kollegium“ auch einer verbindlichen Einbettung digitaler Lernwege in die Schulcurricula und Schulprogramme (SCHULZ-ZANDER 2003, S. 29).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Reihe an Studien den didaktischen Mehrwert des Einsatzes von Digitalen Medien im Unterricht als bedeutungsvoll beschreibt. Als zentrale Begründungsfaktoren für den vermehrten Einsatz werden neben zu erwartenden lernfördernden Motivationsanreizen im Umgang mit Neuen Medien auch die Förderung der Selbstständigkeit sowie gruppendynamische Prozesse angeführt. Als Schwierigkeit in der Forschung zur Lernwirksamkeit Neuer Medien ist die Vielfalt der Bindungsfaktoren bei schulischen Lernprozessen zu nennen. Gertsen weist darauf hin, dass stets viele sich wechselseitig bedingende Faktoren Einfluss auf Bildungsprozesse nehmen und das Extrahieren

eines Faktors, wie hier die Wirksamkeit Neuer Medien, einen wohlüberlegten Forschungsansatz erfordert (GERTSEN et al. 2006, S. 7).

Dies gilt gleichermaßen für digitale Geomedien, die sich als "digitale Rauminformation und die Werkzeuge zu ihrer Erschließung" definieren lassen (MICHEL et al. 2011, S. 5) und deren Aufgabe darin besteht, "raumbezogene Daten und Informationen über geo-relevante Sachverhalte [zu] erfassen und bereit[zu]stellen (FRÖDERT 2011). Zu den Geomedien zählen neben Geographischen Informationssystemen, GPS-basierten Anwendungen, Fernerkundungstechnologien (Luft- und Satellitenbilder) auch virtuelle Globen und multimediale Karten, die oft als Kombinationsmedium mehrerer Geomedien zur Anwendung kommen.

2.2 Stand der Geographie-didaktischen Fernerkundungsforschung in Deutschland

Die schulische Auseinandersetzung mit Fernerkundungsdaten als eines der zentralen Geomedien findet in den letzten Jahren zunehmende Beachtung in der Geographiedidaktik-Forschung. Ein Überblick über die schulpraktische Relevanz der Fernerkundung und die in diesem Kontext als bedeutsam zu erachtenden Forschungsergebnisse werden im folgenden Kapitel näher betrachtet.

2.2.1 Fernerkundung als Teil der didaktischen Geoinformationsforschung im weiteren Sinne

Neben der singulären Betrachtung der Fernerkundung als Teildisziplin der Geowissenschaften wird in zahlreichen neueren didaktischen Studien und Forschungsvorhaben oft ein ganzheitlicherer Blick auf die didaktischen Wirkzusammenhänge beim Lernen mit Geoinformationen (GI), beziehungsweise digitalen Geomedien, geworfen. Hierunter werden neben den Geographischen Informationssystemen (GIS) im engeren Sinne häufig auch Fernerkundungsanwendungen und GPS basierte Datenerhebungen subsumiert und miteinander kombiniert (HÖHNLE et al. 2011). Für die Einbindung der Luft- und Satellitendaten in den Unterrichtsalltag, oft auch in Verbindung mit vektorbasierten GIS-Daten, wird vielfach die gesellschaftliche Relevanz aufgeführt. Im Hinblick auf die veränderten Lernausgangsbedingungen für Schüler und Lehrer (LINDNER-FALLY & JEKEL 2011, ROOSAARE et al. 2011, DONERT 2010) und die entsprechenden Anforderungen an den Kompetenzerwerb für zukünftige Lebenssituationen (ADORNI et al. 2011), steht vor allem der didaktische Mehrwert durch die Auseinandersetzung mit Geoinformationen (HÖHNLE et al. 2011) im Vordergrund.

2.2.2 Forschungen zur Didaktik der Fernerkundung im engeren Sinne

In der fachwissenschaftlichen Forschung kommt dem Einsatz von Luft- und Satellitendaten in zahlreichen Disziplinen der Geo- und Raumwissenschaften eine progressiv dynamische Bedeutung zu. Ihre Einsatzfelder sind dabei sowohl in der Wissenschaft, der Raumplanung und im Verwaltungswesen sehr vielfältig (vgl. u.a. ALBERTZ 2009). Seit mehreren Jahren nimmt für die Öffentlichkeit gerade die Verbreitung der Satellitenbilddarstellung im medialen Alltag wahrnehmbar zu – von der täglichen Wettervorhersage, über das Lokalisieren von Veranstaltungsorten oder bestimmten Ereignissen im Fernsehen bis hin zur stetigen Verbreitung von Google Earth & Co. im Internet. Diese wachsende gesellschaftliche Bedeutung spiegelt sich jedoch nur geringfügig in der Quantität der Forschungen der Fernerkundungsdidaktik wider. Diese erfreut sich, gemessen an der Zahl wissenschaftlicher Publikationen der letzten Jahre, zwar zunehmender Beachtung, bleibt jedoch deutlich hinter der Publikationsdichte der Fachwissenschaft zurück (operationalisiert anhand der Beiträge des jährlichen Symposiums für "Angewandte Geoinformatik" (AGIT)). Dabei dominieren nach wie vor die singuläre Betrachtung des Einsatzes von fernerkundungsbasierten Lernarrangements und die Analyse damit verbundener Wirkzusammenhänge im Hinblick auf eine Optimierung unterrichtlicher Prozesse.

Ausgehend von den Forschungsergebnissen werden zunehmend facettenreiche und handlungsorientierte Lernarrangements entwickelt und lernoptimiert ausgestaltet. Die Vielfalt an möglichen inhaltlichen Fragestellungen erstreckt sich dabei über ein breites Spektrum der schulgeographischen Themen. Sie reicht von aktuellen Fragestellungen zum Klimawandel, der Desertifikation oder Luftverschmutzung bis hin zu Themengebieten wie Stadtentwicklung, Tourismus, landwirtschaftliche Nutzungsformen, Exploration von Rohstoffen oder Naturkatastrophen (ALBERTZ 2007, JÜRGENS 2003).

Von besonderer fachdidaktischer Relevanz erscheint dabei, dass Lernende durch Satellitenbilder "stark motiviert und zu einer vertieften Beschäftigung mit dem Untersuchungsraum bzw. -thema angeregt [werden]" (BACHMANN & MÖLLER 1995, S. 111).

Der Betrachter von Satellitenbildern assoziiert damit stets einen Hauch von „Weltraumexotik“. Diese dem Satellitenbild anhaftende Exotik und Ästhetik, kombiniert mit der Fülle an geowissenschaftlichen Informationen, macht Satellitenbilder zu einem äußerst wertvollen Medium im Geographieunterricht (REUSCHENBACH 2007, BRUCKER 2006, HAUBRICH 1997). Maßgebliche Gründe für den verstärkten Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht sind neben der progressiven Dominanz der Fernerkundung in der Fachwissenschaft die vielfältigen Anwendungs- und Anknüpfungsbereiche in der Schulgeographie. Zudem erscheint der kompetente Umgang mit Fernerkundungsdaten als eine zentrale Schlüsselkompetenz in der Geographie, über deren Beherrschung viele Synergieeffekte zu anderen Kompetenzbereichen

zu erwirken sind. Die zunehmende Präsenz der Fernerkundung in der Öffentlichkeit trägt zu einem gewissen (Halb-) Vorwissen bei Schülern bei und bietet demnach viele anknüpfende Vertiefungsbereiche für ein authentisches und realitätsnahes Lernen im Unterricht (KLAFKI 1996).

Luft- und Satellitenbilder ermöglichen es außerdem auf einfache Art und Weise einen Perspektivenwechsel zu vollziehen und Schülern eine sogenannte „neue Dimension des Überblicks“ (HASENPFLUG 1998) in Bezug auf die veränderte Perspektive, unterschiedliches spektrales und räumliches Auflösungsvermögen und dementsprechend vielschichtige Darstellungsmöglichkeiten einer Landschaft zu eröffnen. Eine große Chance liegt zudem in der Förderung geographischer Raumkompetenzen über die Visualisierung räumlicher Informationen, was sich im Allgemeinen prägend auf die räumliche Orientierungsfähigkeit und das geographische Raumverständnis auswirkt.

Der Vorteil des zunehmenden Einsatzes von Fernerkundungsdaten erscheint dabei nahe liegend. Auf Grund der inzwischen (auch kostenlosen) globalen Verfügbarkeit an Multispektraldaten (z.B. Landsat 4-5 TM und MSS sowie Landsat 7 ETM+), ist es möglich, für beinahe jedes Untersuchungsgebiet der Erde facettenreiche Rauminformationen zu erhalten und für die Beantwortung unterrichtlicher Fragestellungen heranzuziehen. Mit Hilfe von zwei oder mehreren aufeinanderfolgenden Fernerkundungsaufnahmen kann man mit überschaubarem Aufwand eine Veränderungsanalyse von geographisch relevanten Räumen durchführen. Die technische Weiterentwicklung der Informations- und Datenverarbeitung der letzten Jahre und die damit verbundene zunehmend bessere Schulausstattung im IT-Bereich ermöglichen ein inzwischen rasches Prozessieren enormer Datenmengen. Dies lässt eine vertiefende Beschäftigung in diesem Bereich zu, wie sie vor wenigen Jahren noch nicht möglich gewesen wäre.

In der Fachdidaktik und damit im Schulalltag fristet dieses Medium trotz "einer hohen Akzeptanz des Themenbereiches Satellitenfernerkundung im Unterricht" (Bachmann & MÖLLER 1995, S. 108) ein bislang stark unterrepräsentiertes Dasein (SCHUBERT & BARTOSCHEK 2010, HÖHNLE et al. 2010). Dies mag zum einen an einer gewissen Distanz seitens der Lehrer gegenüber technischen Neuerungen und an defizitärer technischer Ausstattung der Schulen liegen, wie dies Bachmann und Möller nach einem Pilotprojekt mit 37 Schulen (BACHMANN & MÖLLER 1995) schilderten. Zum Großteil aber liegt es an der mangelnden Existenz eines didaktischen Gesamtkonzeptes mit Fortbildungsveranstaltungen und didaktischen Anleitungen für Lehrer, geeigneten problemorientierten Schülermaterialien und einem Defizit an durchdachten Softwarekonzepten, welche die aktive Auseinandersetzung mit Satellitenbildern erst möglich machen (ebd.). Eine der wenigen Ausnahmen diesbezüglich stellt die GIS-Station, das Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien an der Pädagogischen Hochschule in Heidelberg, dar. Diese "eigens zur Förderung des Lernens mit Geoinformationen" eingerichtete

Fortbildungseinrichtung bietet Kurse auf unterschiedlichen Niveaustufen für Lehrer, Schüler und ganze Schulklassen an (MICHEL et al. 2011, S. 5).

2.2.3 Konzepte zur Fernerkundungsdidaktik

Trotz des Ausbaus von Fortbildungs- und Schulungsangeboten mangelt es auf nationaler wie internationaler Ebene an evaluierten und ganzheitlichen Konzepten zur Integration der Fernerkundung in der Schule. Die erprobten Unterrichtsversuche begründen sich meist auf Erfahrungen aus Pilotprojekten oder Schüler-AGs (vgl. ALEAN & BIBER 2005; DUTTKE 1999, BACHMANN 1999). Es besteht zwar eine übersichtliche Anzahl an themenspezifischen Unterrichtsbeispielen zur Einbindung der Fernerkundung in den Unterricht (vgl. z.B. Praxis Geographie 3/2003, 11/2011; Geographie und Schule 4/2005, 8/2012; Geographie heute 11/2005, 9/2012). Der Schwerpunkt liegt aber hierbei meist auf einer Beschreibung der physikalischen Grundlagen der Fernerkundungstechnik und eine Beschränkung auf die analoge Bildinterpretation im Unterricht (HIEBER, U. & LENZ, T. 2007, REUSCHENBACH 2007, BREITENBACH & MAETZEL 1998). Die ersten konzeptuellen didaktischen Ansätze bestehen bislang im Bereich der Auswertung und Interpretation von Satellitenbildern (REUSCHENBACH 2007, VOß 2007, GERBER & REUSCHENBACH 2005). Im Rahmen einer internationalen Vergleichsstudie zur Einbindung und Nutzung von Satellitenbildern im Unterricht wurde erstmals ein umfassendes Modell einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption entwickelt (vgl. Abb. 5).

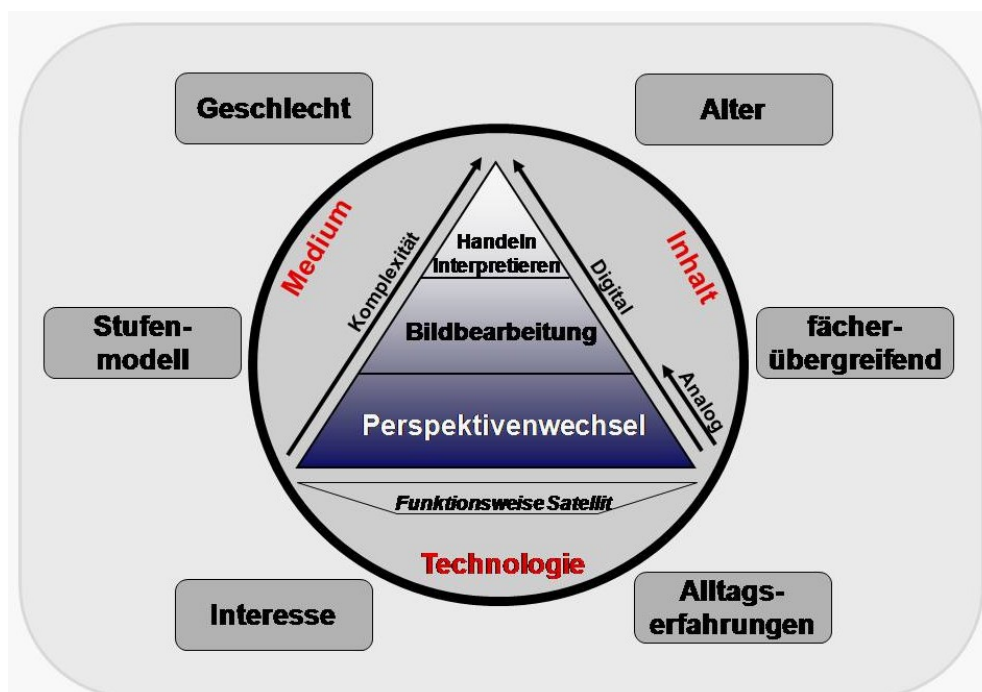


Abb. 5: Modell einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption (SIEGMUND, A. 2011, S. 158)

Das Modell versteht sich als ganzheitlich konzipiertes Stufenmodell. Aus der Analyse der Daten hat Siegmund die maßgeblichen Parameter für die Konzeption des Modells abgeleitet. Diese Bedingungsfaktoren sind im Orbit des Modells dargestellt. Es handelt sich dabei um "das Alter, das Geschlecht, das Interesse, die eigenen Alltagserfahrungen in Bezug auf Satellitenbilder, der fächerübergreifende Aspekt der Fernerkundung und die Notwendigkeit eines gestuften Verfahrens zur Arbeit mit Satellitenbildern im Unterricht" (SIEGMUND, A. 2011, S. 149). Von diesen Parametern spielen das Alter und das intrinsische Interesse an dem Medium Satellitenbild eine zentrale Rolle. Zusätzlich konnte Siegmund drei unterschiedliche Funktionen des Satellitenbildes im Unterricht herausstellen. Es kann einerseits als reines Unterrichtsmedium dienen und somit als Vermittlungsvariable von fachwissenschaftlichen Inhalten oder Problemstellungen fungieren. Andererseits kann das Bild selbst zum Inhalt werden und damit die Bedeutung der Fernerkundung in der fachwissenschaftlichen Forschung aufzeigen. Hierzu werden die Möglichkeiten genutzt, Echtfarben- und Falschfarbenbilder zu generieren sowie Klassifikationen durchzuführen. Letztlich kann ein Satellitenbild auch als Anknüpfungspunkt oder Mittler dienen, um die (Satellitenbild-)Technologie ins Zentrum der unterrichtlichen Betrachtung zu rücken.

Ein zentraler Aspekt des Modells stellt die Stufung dar, um so einerseits der alters- und entwicklungsgemäßen Heterogenität der Nutzer Rechnung zu tragen, und andererseits auf Grund der unterschiedlichen Vorerfahrungen eine adressatengerechte Einbindung des Satellitenbildes im Unterricht zu ermöglichen. Im Sinne eines Bottom-Up Prinzips kann der "analoge und der digitale Zugang sowie die Interaktivität, Multimedialität und IT-Kompetenz berücksichtigt werden und dabei zunehmend komplexer und anspruchsvoller werden" (SIEGMUND 2011, S. 152). Entscheidend hierbei erscheint, dass die Verwendung analoger Satellitenbilder die Erstbegegnung mit Fernerkundungsdaten darstellen kann, über welche auch eine Bildbeschreibung, -auswertung und -interpretation ermöglicht wird. Komplexere Interaktionen mit dem Satellitenbild, die das ganze Potential auszuschöpfen vermögen, sind jedoch nur in der Auseinandersetzung mit zusätzlichen digitalen Fernerkundungsdaten, bei Verwendung entsprechender Programme, möglich. Zudem konnte Siegmund im Rahmen der Vergleichsstudie aufzeigen, dass das Schülerinteresse an der Arbeit mit Satellitenbildern signifikant höher ist als die Motivation, sich im Unterricht damit auseinanderzusetzen. Gleichzeitig zeigt sich, dass "Satellitenbilder hauptsächlich analog in Form von Folien und Schulbüchern eingesetzt werden". Das hohe Interesse an der Arbeit mit Satellitenbildern könnte dementsprechend "im Kontext motivierender Unterrichtskonzepte zielführender umgesetzt werden als bei einer rein analogen Arbeit" (SIEGMUND 2011, S. 153).

Zur Förderung informationstechnischer, natur- und geowissenschaftlicher Grundlagen im Umgang mit Fernerkundungsdaten existieren ebenfalls mehrere, zum Teil interaktive Lernmodule, die von der Arbeitsgruppe Fernerkundung des Geographischen Instituts der

Universität Bonn entwickelt wurden (VOß et al. 2010; VOß et al. 2009; GOETZKE 2008; VOß et al. 2008).

Für das ganzheitliche Erschließen der Potentiale, wie sie die Satellitenfernerkundung im Unterricht verspricht (dazu zählen die selbständige Bearbeitung, Analyse und Interpretation der Daten), ist jedoch die Einbindung einer entsprechenden Fernerkundungssoftware notwendig. In der Verwendung professioneller Softwareprodukte sieht Bachmann angesichts der mangelnden Nutzerfreundlichkeit (hier bezogen auf die Software IDRISI) "eine fast unabdingbare Voraussetzung" (BACHMANN, M. & MÖLLER, C. 1995, S. 110). Dabei zeigt sich neben den "gewichtige[n] Nachteile[n] in der Handhabung der Software" auch die damit verbundene zeitaufwendige Einarbeitung als erhebliche Barriere (ebd.).

Auch die speziell für den Schulunterricht konzipierten Softwareapplikationen, die sich zum Ziel gesetzt haben, das zuvor beschriebene methodisch-didaktische Potential für unterrichtliche Zwecke nutzbar zu machen, konnten sich in der Unterrichtspraxis bislang kaum etablieren. Ihre untergeordnete Rolle ist vordergründig auf ihre hohe Komplexität (VOß et al. 2009) und mangelnde Benutzerfreundlichkeit zurückzuführen. Die Nutzung dieser -- von der Fachwissenschaft für Schüler nicht ausreichend modifizierten -- Anwendungen ist für Lernende meist zu anspruchsvoll und führt damit auf Schülerseite zur Überforderung. Somit werden diese Software-Lösungen nur in Ansätzen ihrer wissenschaftlich-propädeutischen Funktion gerecht und wecken nur bedingt Interesse und Neugierde für eine vertiefende Auseinandersetzung auf dem Gebiet der Fernerkundung.

Als Beispiele hierfür ist die im Rahmen des Jugendprogramms „Umweltspione“ entwickelte desktopbasierte Fernerkundungssoftware „PixelGIS“ zu nennen. Die für Schüler konzipierte Anwendung ermöglicht, auf Grund ihres Funktionsumfangs, vielfältige geographische Forschungsfragen aufzugreifen. Die komplexe und auffällig technisch orientierte Benutzerführung eignet sich dabei allerdings vorzugsweise für geübte Benutzergruppen und ausgewiesene Fernerkundungsexperten.

Vergleichbares gilt für die Anwender der im Rahmen des „ESA-Eduspace“ Portals zur Verfügung gestellten Bildverarbeitungssoftware „LEOWorks“. Die ausgewiesene Adressatengruppe der Desktop-Software sind Schüler des Gymnasiums, respektive der Sekundarstufe II. Die Menüführung des Programms ist erkennbar an professioneller Fernerkundungssoftware ausgerichtet und bietet zahlreiche komplexe Analyse- und Auswertungsoperationen an.

An der Pädagogischen Hochschule Heidelberg liegt im Bereich des Einsatzes von Satelliten- und Luftbildern einer der zentralen fachdidaktischen, fachmethodischen und fachinhaltlichen Schwerpunkte des Fachbereichs Physische Geographie. Seit mehreren Jahren werden hier im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte entsprechend fernerkundungsbasierte Lernumgebungen konzipiert und evaluiert. Dies ist mit der Zielsetzung verbunden, oben

genannten Barrieren entgegenzutreten und die Fernerkundung in zunehmendem Maße an Schulen zu etablieren.

Hierzu wurde im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes *„Blickpunkt Fernerkundung (BLIF) – Softwareentwicklung zur Auswertung digitaler Satelliten- und Luftbilder als Beitrag einer nachhaltigen Umweltbildung“* die webbasierte Fernerkundungssoftware BLIF entwickelt, sukzessive optimiert und in das gleichnamige Lernportal eingebunden. Die in Zusammenarbeit mit der Programmierfirma Leiner & Wolff (Heidelberg) sowie der Gestaltungsfirma sprengsprung (Mannheim) entwickelte Webapplikation ermöglicht es Schülern ab der Sekundarstufe I, eigenständig Satellitenbilder (basierend auf Landsat TM Daten) zu importieren, zu bearbeiten und schließlich zu klassifizieren (vgl. hierzu DITTER et al. 2012a, DITTER et al. 2012c, DITTER & SIEGMUND 2012a, DITTER & SIEGMUND 2012b, DITTER 2011, DITTER et al. 2010a, DITTER et al. 2010b, DITTER & SIEGMUND 2010).

In engem projektrelevanten Zusammenhang zu dem Lernportal BLIF (Blickpunkt Fernerkundung) mit der gleichnamigen Software, deren Auseinandersetzung im Zentrum der hier vorgestellten Studie steht, ist die Konzeption des interaktiven Lernspiels SILC (Satellite Image Learning Centre) zu sehen. Es ermöglicht Schülern einen ersten spielerischen und entdeckenden Zugang in das weite Feld der Fernerkundung. Über einen handlungsorientierten Einstieg in das Themengebiet intendiert das Lernspiel erste methodisch-fachliche Grundkompetenzen anzubahnen, und das Interesse zur vertiefenden Auseinandersetzung mit Satellitendaten zu wecken. Diese basalen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern können dann mit der Webanwendung BLIF methodenprogressiv vertieft und intensiviert werden.

Weitere fernerkundungsdidaktische Forschungsvorhaben, die in diesem Zusammenhang zu nennen sind, sind die Projekte „Science Education through Earth Observation for High Schools (SEOS)“ und „GLOKAL Change – GLOBale Umweltveränderungen loKAL bewerten“ (NAUMANN et al. 2009).

2.3 Stand der bildungspolitischen Betrachtung

Blickt man auf die Bildungspläne der einzelnen Bundesländer, so ergibt sich in Bezug auf die Verankerung fernerkundungsspezifischer Themen ein sehr unterschiedliches Bild. In manchen Ländern findet der Umgang mit Luft- und Satellitenbildern bislang keinerlei Eingang in die Bildungsstandards. In anderen Bundesländern wird die Auseinandersetzung mit Fernerkundungsdaten zwar nicht explizit genannt, die Interpretation der Standards lässt jedoch die unterrichtliche Auseinandersetzung damit als obligatorisch erscheinen. Die dritte Gruppe, zu der beispielsweise die Bildungspläne der Gymnasien Baden-Württembergs gehören, nennt

die Fernerkundung beziehungsweise den Einsatz und die Interpretation von Satellitenbildern dezidiert (vgl. SIEGMUND 2011, WOLF 2008; WOLF 2007).

Demzufolge sollen Ende der Klasse 8 Schüler in der Lage sein, Satellitenbilder auswerten zu können. Am Ende der Klassenstufe 10 wird diese Kompetenz durch die Anforderung, Wetterkarten auswerten zu können, erweitert. Sehr viel konkreter und umfassender erscheint die Zielvorgabe für die Oberstufe: Der Regellaßstab verlangt, dass Schüler der 2-stündigen Kursstufe „Informationen aus (...) Thermalscanneraufnahmen und Satellitenbildern gewinnen, interpretieren, bearbeiten, dokumentieren, beurteilen und präsentieren“ und „(...) das Internet als Informationssystem zur Auswertung aktueller (...) grafischer Informationen (wie Wetterdaten und Satellitenbilder) nutzen“ (Bildungsplan Baden- Württemberg 2004, Gymnasium, S. 243)

Der Schüler des 4-stündigen Faches Geographie in der Oberstufe soll zusätzlich dazu befähigt werden, „anhand von Wetterkarten und Satellitenbildern Wetterlagen (zu) analysieren und Prognosen (zu) erstellen“ (ebd., S.245).

In den vom Hochschulverband für Geographiedidaktik entwickelten nationalen Bildungsstandards erfährt die Fernerkundung zwar keine explizite Nennung, aber deren didaktische Verwirklichung als geographische Schlüsselmethod zu vernetzten Kompetenzerwerb lässt sich auch hier mehrfach ableiten. Der Grund dafür, dass keine Fernerkundungskompetenzen (mit Ausnahme der Informationsgewinnung aus Luftbildern) explizit genannt werden, liegt meines Erachtens daran, dass die nationalen Vorgaben oftmals recht unkonkret und abstrakt gehalten sind, um auf diese Weise keine Inkompatibilitäten zu den facettenreichen und zum Teil sehr unterschiedlichen föderalen Standards bzw. Lehr- und Rahmenplänen entstehen zu lassen. Auf Landesebene ist, wie beschrieben, die Beschäftigung mit Fernerkundungsdaten zwar größtenteils in die Bildungspläne integriert - manche Landescurricula fordern die Auseinandersetzung mit Satellitenbildern jedoch weder implizit noch explizit. Der Hochschulverband betont zudem, dass das kumulative Lernen, und nicht die Vorgabe strukturierter Wege zur Kompetenzerreichung, präferiert wird. Die Aufgabe der nationalen Standards ist darin zu sehen, den Schulen eine Orientierung auf gemeinsame, verbindliche Ziele zu geben und neben der Grundlagefunktion für die Erfassung und Bewertung von Lernergebnissen auch einen Vergleichsmaßstab für die Schulevaluation darzustellen (DGfG 2012). Innerhalb des Kompetenzstrukturmodells der HGD, das sich in die Kompetenzbereiche „Fachwissen“, „Räumliche Orientierung“, „Erkenntnisgewinnung/Methoden“, „Kommunikation“, „Beurteilen/Bewertung“ und „Handlung“ gliedert, ist der Fernerkundung und ihrer Didaktik das größte Potential im dritten Bereich („Erkenntnisgewinnung/Methoden“) zuzuschreiben.

In den Kompetenzen M1: „Kenntnis von geographisch/geowissenschaftlich relevanten Informationsquellen, -formen und -strategien“, M2: „Fähigkeit, Informationen zur Behandlung von geographischen/geowissenschaftlichen Fragestellungen zu gewinnen“, M3: „Fähigkeit,

Informationen zur Behandlung geographischer/geowissenschaftlicher Fragestellungen auszuwerten“ und M4: „Fähigkeit, die methodischen Schritte geographischer/geowissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung in einfacher Form zu beschreiben und zu reflektieren“ finden sich deutliche Bezugspunkte zur Fernerkundung. Eine wesentliche Forderung innerhalb der Teilbereiche ist neben der reinen Kenntnis „geographisch relevanter Informationsformen/-medien“ vor allem die Fähigkeit „technikgestützte Informationsquellen und -formen“ zur Informationsgewinnung, Informationsauswertung und zum zielorientierten Einsatz verwenden zu können (vgl. DGFG 2012, Standards S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9, S10 und S11 für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Methode).

3 Theoretische Grundlagen und Ziele der Untersuchung

3.1 Fernerkundung kann alles – aber wie gut?²

Um die im Kompetenzstrukturmodell der DGfG beschriebenen Fähigkeiten, in Hinblick auf den Einsatz der Fernerkundung im Unterrichtsalltag, anbahnen zu können, mangelt es vor allem an einer schülergerechten Software. Im Rahmen des zuvor beschriebenen Forschungs- und Entwicklungsprojektes „*Blickpunkt Fernerkundung (BLIF)*“ wurde eine entsprechende webbasierte Applikation entwickelt, mit deren Hilfe die Lernenden eine moderne und zeitgemäße Möglichkeit erhalten, auf motivierende und authentische Weise das Potential der Fernerkundung zu nutzen. Damit trägt das Projekt den fernerkundungsdidaktischen Grundsätzen von Siegmund (vgl. SIEGMUND 2011 S. 149ff) Rechnung, nämlich das große Interesse seitens der Schüler an Satellitenbildern im Kontext motivierender Unterrichtskonzepte zielführender umzusetzen. Bei der Konzeption der Software (ausführliche Darstellung: vgl. DITTER & SIEGMUND 2012B), deren Wirksamkeit im Hinblick auf die Veränderung der Lernmotivation und des fachlichen Selbstkonzeptes bei Schülern im Rahmen dieser Studie getestet wurde, spielen eine Reihe didaktischer Grundprinzipien eine wesentliche Rolle. Die zentralen Faktoren sollen im Folgenden kurz dargestellt werden:

Die zuvor beschriebenen Defizite der wenigen vorhandenen Programme, die die Möglichkeit der digitalen Nutzung von Fernerkundungsdaten zur geographischen Informationsgewinnung anbieten, fanden in der Konzeption der Software BLIF in besonderer Weise Berücksichtigung. Insofern stellt die schülergerechte und intuitive Bedienbarkeit eines der wesentlichen Merkmale des Programms dar (vgl. FRÖDERT 2011). Um dem Stimulushunger und Strukturhunger der Schüler Rechnung zu tragen (STEWART 1990), bietet die Software ein Assistentensystem an, welches den Nutzer mit der Bedienung und den Strukturabläufen des Programms vertraut macht. Dies vollzieht sich auf drei verschiedenen Niveaustufen (Anfänger, Fortgeschrittener und Profi), um die individuelle Vorerfahrung des Anwenders zu berücksichtigen. Während der Assistenten-geführten Nutzung durchläuft der Schüler in der Regel strukturell ähnliche Programmsequenzen, wodurch der obligatorische Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten in zunehmendem Maße internalisiert und ritualisiert wird. Ein wesentliches Element in diesem Zusammenhang ist die Methodenprogression. Während der Benutzerführung durchläuft der Anwender immer wiederkehrende grundlegende Routineabläufe, die dann jeweils um neue und zunehmend komplexere Funktionen erweitert werden. Durch das Wiederholen gängiger Abläufe verfestigen sich wichtige Strukturen und es eröffnen sich dem Schüler neue herausfordernde, aber nicht überfordernde Aufgaben (RHEINBERG 2005). Ein weiteres Grundziel, das in der

² Motto des Symposiums "Arbeitskreis Fernerkundung" im Jahr 2011 in Würzburg (<http://ak-fernerkundung.de/pages/ak-sitzung-2011.php>; Zugriff: 22.6.2011)

Auseinandersetzung mit der Software angestrebt wird, ist der Ausbau der Handlungskompetenz der Lernenden über eigenverantwortliche und dem individuellen Lerntempo entsprechende Aneignungsprozesse. Eine ausgewogene Verknüpfung von Denken und Handeln soll die Lernenden anregen, eigenständig und zielorientiert zu agieren, um so kognitive Strukturen über das Handeln aufzubauen (GUDJONS 2008). Um die Neugierde für die Fernerkundung zu wecken, steht ein eher phänomenologischer Zugang zur Unterrichtsthematik im Vordergrund. Dessen Hauptaufgabe besteht darin, Lernanlässe und entsprechende Prozesse zu initiieren, indem im Sinne der Problemorientierung die geographische Fragestellung in den Fragehorizont der Schüler gelangt. Die systematische Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen der Fernerkundung steht dabei, solange dies nicht erforderlich ist, zunächst nicht im Vordergrund.

Um die beschriebenen Lernanlässe zu ermöglichen, wird der exemplarischen Auswahl repräsentativer Lernmaterialien eine hohe Bedeutung zugewiesen. Dies wird in Form ausgewählter Satellitenbilder mit entsprechend schülergerecht aufgearbeiteten Forschungsaufgaben umgesetzt. Auf Grund der Fülle an Datenmaterial - es gibt kaum eine Region der Erde, von der kein multispektrales Satellitenbild vorliegt - ist die Exemplarizität der Rohmaterialien im Sinne der Bildungstheoretischen Didaktik (KLAFKI 2007) von entscheidender Bedeutung. Die Auswahl exemplarischer Datenmaterialien und deren didaktischer Aufbereitung erfolgt entsprechend der Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss (vgl. DGfG 2012). Die Lernenden sollen dabei in der Auseinandersetzung mit der jeweiligen Aufgabenstellung angeregt werden, exemplarische Raumkenntnisse und Kompetenzen zu erwerben.

Die didaktische Grundhaltung entspricht dabei im Wesentlichen einem moderat konstruktivistischen Lernverständnis. Dieses berücksichtigt die faktisch vorhandene Diskrepanz zwischen dem individuell unterschiedlichen mentalen Konstrukt der Welt und der realen Welt (KÖCK 2007). Lernen wird dabei als aktiv-konstruktiver und nicht vorrangig rezeptiver Prozess verstanden (REINMANN-ROTHMEIER, G. & MANDEL, H. 2001). Die moderate Auslegung des Konstruktivismus sieht jedoch ein gewisses Maß an Instruktionen in einer ausgewogenen Balance zu den individuellen Konstruktionen vor. In der so verstandenen Interpretation des Konstruktivismus ist das oberste Ziel, Lernende anzuregen, viable Konstruktionen von der Welt zu generieren, sie dabei aber gleichzeitig unterstützend zu begleiten und ihnen hilfreiche Instruktionen anzubieten (REMPFLER 2007). Gerade in der Fernerkundung erscheint mir diese Sichtweise sehr plausibel, da Lernende sehr rasch feststellen werden, dass es nicht „das objektive Bild“ eines Raumes gibt, sondern dass dieses sehr stark von der subjektiven Interpretation des Betrachters abhängt. Hierbei spielen vor allem die verschiedenen Kanalkombinationsmöglichkeiten eines Satellitenbildes eine entscheidende Rolle - abhängig von der Kanalkomposition und der Betrachtungsintensität wird möglicherweise jeder Betrachter

ein anderes Abbild und eine dementsprechend andere Interpretation eines Raumbildes erhalten und dabei zu divergierenden Bedeutungszuweisungen gelangen. Hier von „richtig“ und „falsch“ im Sinne des traditionellen Lehr- und Lernverständnisses zu sprechen, wäre meines Erachtens nicht angebracht.

3.2 Entwicklung von Forschungsfragen und Forschungshypothesen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Einbindung der Fernerkundung ein großes didaktisches Potential zugesprochen wird, das vor allem in der selbständigen Auseinandersetzung mit digitalen Daten zu Geltung kommt. In der integrativen Betrachtung der Satellitenbilder in der Funktion als Medium, Inhalt oder Technologieträger ermöglicht es, geographische und fachübergreifende Handlungskompetenzen aufzubauen und basale Schlüsselkompetenzen zu fördern (vgl. SIEGMUND 2011). Durch die Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern, als einem zentralen Geomedium, wird zudem der Umgang mit Neuen Medien lanciert. Damit erfährt eine bereits seit Beginn dieses Jahrhunderts zu den "elementare[n] Kulturtechnik[en]" zählende Fähigkeit (STADTFELD 2004, S. 167) eine Förderung, wie sie für die Bewältigung der medialen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts unerlässlich erscheint (SCHULZ-ZANDER & TULODZIECKI 2009, S. 43). Auch der expliziten Forderung des Einsatzes von Satellitenbildern im Unterricht, wie dies gemäß der föderalen Bildungspläne in Deutschland (Stand 2007) in 13 von 16 Bundesländern der Fall ist (vgl. SIEGMUND 2011, S. 16ff), kann damit Rechnung getragen werden.

Da bislang keine schülergerechte Softwarelösungen zur Einbindung von digitalen Satellitenbildern in einen modernen und zeitgemäßen Geographieunterricht existierten, fehlen hier auch entsprechende valide Studien zur prognostizierten Lernwirksamkeit dieser unterrichtsmethodischen Aktionsform.

Ein weiterer zentraler Anhaltspunkt für diese Studie ist in dem großen Interesse seitens der Schüler im Umgang mit Satellitenbildern zu suchen (vgl. SIEGMUND 2011, REUSCHENBACH 2007, ROSEEU 2004, BACHMANN & MÖLLER 1999, HASSENPFUG 1996, BACHMANN 1995). Auf Grund struktureller Defizite im Hinblick auf das Fehlen einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption gelang es jedoch nur in Ansätzen dieses Potential lernfördernd zu nutzen. Außer vereinzelten Erfahrungsberichten aus wenigen Pilotstudien mangelt es hierzu an entsprechenden wissenschaftlichen Untersuchungen, die die Entwicklung von Schülerinteresse und Lernmotivation in diesem Zusammenhang lernbegleitend untersucht haben. Empirisch fundierte Rückschlüsse auf die Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung können daher bislang nicht prognostiziert werden.

Fragestellungen:

Das vorrangige Ziel der Untersuchung ist es, den didaktischen Mehrwert der aktiven Auseinandersetzung mit Satellitenbildern im Unterricht zu untersuchen und dabei zu prüfen, ob die Beschäftigung mit diesem Medium bei divergierenden Nutzertypen unterschiedliche Wirkweisen hervorruft. Um die Wirksamkeit dieser methodischen Aktionsform in Bezug auf den Lernerfolg zu testen und empirisch nachweisbare Rückschlüsse auf einen potentiell interpretierbaren Lernzuwachs zu erhalten, wurden primär die Operatoren "Lernmotivation" und "akademisches Selbstkonzept" als Diagnoseinstrumente ausgewählt. Für eine weiterführende clusteranalytische Betrachtung wurde ferner die "computer- sowie satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung" erhoben und ihre Veränderung im Rahmen der Untersuchung bestimmt.

Der Auswahl des Operators „Lernmotivation“ als Diagnosefaktor für Lernerfolg liegen zwei wesentliche Ursachen zu Grunde. Zum einen konnte im Rahmen der zuvor genannten internationalen Vergleichsstudie (SIEGMUND 2011, NAUMANN et al. 2009) gezeigt werden, dass zwar eine hohes Interesse zur unterrichtlichen Auseinandersetzung mit Satellitenbildern seitens der Schüler besteht, dass jedoch im Bereich der längerfristigen Motivation mangels klarer und praktikabler Konzepte ein signifikantes Defizit besteht. Zum anderen belegen zahlreiche Studien, ausgehend vom Motivationsbegriff von Deci & Ryan, dass die Motivation des Lernenden extern beeinflussbar ist und dass der Grad an erfahrener Selbstbestimmung eine einflussreiche Stellgröße ist, um Motivation und damit Lernprozesse pädagogisch optimal zu fördern (BLES 2002, DECI & RYAN 1993, DECI et al. 1991). Die Lernmotivation als beeinflussbare Variable eignet sich dabei in besonderem Maße als „Stellschraube für die Verbesserung von Lernleistungen“ und somit auch als opportunes Diagnoseinstrument (HOFER 2004).

Bei der Bestimmungsgröße „Fähigkeitsselbstkonzept“ oder „fachliches Selbstkonzept“ verhält es sich, wie mehrere Untersuchungen zeigen, sehr ähnlich. Mehrere Studien belegen, dass zwischen Fähigkeitsselbstkonzept und (schulischer) Leistung ein mittlerer, positiver Zusammenhang besteht und somit ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept mit guten Leistungen korreliert (SCHÖNE et al. 2003, MABE & WEST 1982, HANSFORD & HATTIE 1982). Die Produkt-Moment-Korrelation bewegt sich hierbei zwischen $r = .42$ (HANSFORD & HATTIE 1982) und $r = .29$ (MABE & WEST 1982). Dementsprechend sind Selbsteinschätzungen der schulischen und fachlichen Fähigkeiten von wichtiger Bedeutung für das Lern- und Leistungskonzept und somit für den Lernerfolg des Schülers (SCHÖNE et al. 2002).

Zentrale Fragestellungen der Studie:

- Führt die aktive Auseinandersetzung mit BLIF zu Veränderungen des fachlichen Selbstkonzeptes bezogen auf das Fach Geographie/EWG und der Lernmotivation bei den untersuchten Schülerinnen und Schülern?

- Zeigen sich, in Abhängigkeit von der motivationalen Ausgangssituation der Schülerinnen und Schülern, signifikant unterschiedliche Veränderungen des fachlichen Selbstkonzeptes und der Lernmotivation?
- Lassen sich unterschiedliche Nutzertypen im Umgang mit digitalen FE-Daten vor der Untersuchung identifizieren?
- Lassen sich unterschiedliche Veränderungstypen hinsichtlich des Selbstkonzeptes und der Motivationsstruktur identifizieren?

3.2.1 Forschungshypothesen zu den Operatoren "Interesse und Motivation"

"Wenn Neugier sich immer wieder auf bestimmte Bereiche konzentriert, sozusagen kanalisiert wird, spricht man von Interesse" (EDELMAHN 2000, S. 259). Die Fokussierung dieser Neugierde auf das Satellitenbild, als reizvolles und faszinierendes Unterrichtsmedium (KOLLAR 2012, REUSCHENBACH 2009, GERBER & REUSCHENBACH 2005) das gleichermaßen einen "Hauch von Weltraum" (REUSCHENBACH 2009) suggeriert, vermag Interesse zu wecken. Aus der "bedeutungsmäßig herausgehobene[n] Person-Gegenstandsrelation" (HEMMER & HEMMER 2002, S. 2) kann das Satellitenbild eine hohe subjektive Bedeutung für den Schüler erlangen und damit den selbstintentionalen Wunsch nach einer Wissens- und Fähigkeitserweiterung erwecken (VOGT 2007, S. 11). Man kann hier von einem kontextspezifischen "situational[en] Interesse" (VOGT 2007, S. 11) sprechen "[...] nach wiederholtem situationalen Interesse [in der Auseinandersetzung mit Satellitenbildern, kann sich] ein individuelles Interesse entwickeln" (VOGT 2007, S. 13). Dieses von Krapp (2010, S. 23) als "dispositional" beschriebenes Interesse ist als längerfristig wirksam zu erachten. In unterrichtlichen Kontexten erscheint es jedoch ausreichend wenn Schüler "auf dem Entwicklungsniveau eines anhaltenden situationalen Interesses verbleiben" (KRAPP 2010, S. 23).

Unabhängig von der Art des Interesses bestätigte die internationale Vergleichsstudie von SIEGMUND (2011) ein insgesamt "hohes Interesse" seitens der Lernenden im Umgang mit dem Fernerkundungsmedium. In allen befragten Ländern lag das Interesse der Schüler an der Arbeit mit Satellitenbildern bei mindestens 70% (in Deutschland bei 76%, N=433). Bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung der einzelnen Länder zeigte sich hierbei jedoch, dass "die Genderfrage einen hochsignifikanten Stellenwert ein[nimmt]" (SIEGMUND 2011, S. 143). Eine Untersuchung von HEMMER & HEMMER (2010) zum Interesse von Schülern an einzelnen Arbeitsweisen des Geographieunterrichts bestätigt das sehr hohe Interesse an der Arbeit mit dem Computer (Platz 2; m= 4,38, N= 1600) und der Arbeit mit Fotos/Bildern (Platz 4; m= 4,11, N= 1600). Den ersten Platz im Ranking der geographischen Arbeitsweisen im Unterricht erreichten die "Experimente" mit einem Mittelwert von 4,50 bei einer 5-stufigen Likert-Skalierung (1= "interessiert mich gar nicht; 5= "interessiert mich sehr"). Dieses als situations- und

zeitübergreifend einzuordnende Interesse ist von besonderer Bedeutung für die Lernmotivation und das schulische Lernen (KRAPP 2010). Im Kontext der Person-Gegenstands-Theorie des Interesses (vgl. KRAPP 2010, SCHIEFELE 1996) haben die Interessen einer Person tragenden "Einfluss auf die Motivationsstärke, [...] die Zielrichtung des Lernens und die inhaltliche Orientierung selbstgesteuerten Lernens" (KRAPP 2010, S. 14). Lernmotivation als die "Bereitschaft eines Schüler sich aktiv, dauerhaft und wirkungsvoll mit bestimmten Themengebieten auseinander zu setzen, um neues Wissen zu erwerben bzw. das eigene Fähigkeitsniveau zu verbessern" (ebd., S. 10) bezieht sich dabei auf das absichtsvolle und zielorientierte Lernen.

Die zweite zentrale pädagogisch-psychologische Motivationstheorie, die sog. Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (BLES 2002, DECI & RYAN 1993, DECI et al. 1991) unterscheidet in der klassischen Modellausprägung drei qualitativ unterschiedliche Ausprägungen der Motivation: Amotivation, Extrinsische Motivation und Intrinsische Motivation. Da die gegenpolige Unterscheidung zwischen intrinsisch und extrinsisch motiviertem Verhalten das motivationale Geschehen nur sehr grob beschreibt, erscheint die Differenzierung der extrinsische Motivation in vier weitere Ausprägungsformen für diagnostische Beobachtungen hilfreich zu sein. In Abhängigkeit von dem jeweiligen Grad der Selbstbestimmung ergibt sich daraus das sog. "Kontinuum der Selbstbestimmung" (vgl. Abb. 6). Dies unterscheidet neben nicht regulierbarem, amotiviertem Verhalten vier Formen der extrinsischen Motivation, sowie die am höchsten selbstbestimmt regulierte Form der Intrinsischen Motivation.

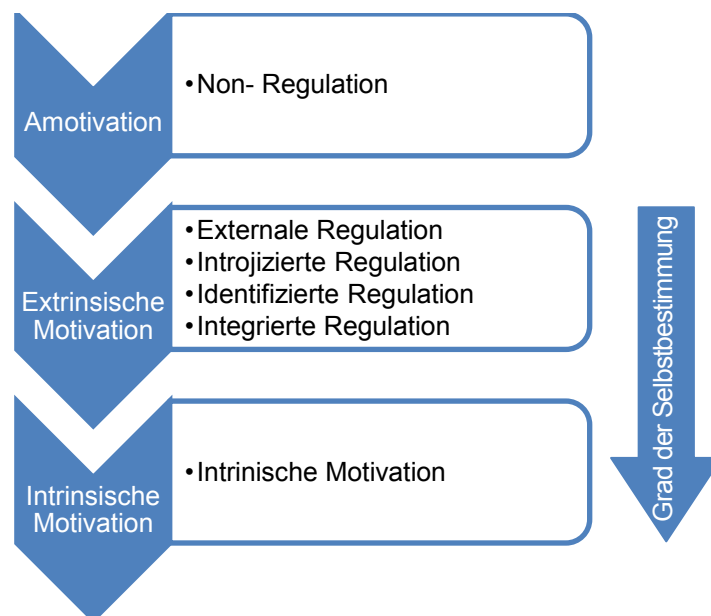


Abb. 6: Kontinuum der Selbstbestimmung (Quelle: MÜLLER et al. 2007, S. 4, DECI & RYAN 2002, S. 16)

Die Selbstbestimmungstheorie baut im Wesentlichen auf den drei psychologischen Grundbedürfnissen Autonomie, Kompetenz und Soziale Eingebundenheit auf. Auf Grund der besonderen pädagogischen Bedeutung dieser Grundbedürfnisse als zentrale Bildungsziele in der Schule hat die Diagnose der motivationalen Regulationsstile eine tragende pädagogische Relevanz. Das Maß an selbstbestimmt motiviertem Lernen ist als Prädiktor für die Qualität von Bildungsprozessen sowie die daraus resultierenden Lerneffekte anzusehen (MÜLLER ET. AL 2010). Intrinsisch motivierte Schüler zeigen "besonders langfristig bessere Lernleistungen und nehmen sich als kompetenter wahr als Lernende, die eher external regulieren" (ebd.). Die Zunahme des Selbstbestimmungsindex bewirkt demnach eine Steigerung der Lernzufriedenheit, eine Optimierung des Aneignungsprozesses von differenziertem und zusammenhängendem Wissen, einer längeren Behaltensleistung von Erlerntem und eine häufigere Anwendung und Kontextualisierung aufgebauter Wissensbestände.

Basierend auf den dargestellten Grundlagen werden die folgenden Forschungshypothesen abgeleitet. Zur Ausdifferenzierung und Operationalisierung werden diese (sowie die folgenden Thesen) jeweils in weitere Subthesen untergliedert:

These (I): Die Nutzung digitaler Fernerkundungsmethoden steigert die Lernmotivation von Schülerinnen und Schülern.

- a) Beim Lernen mit Satellitenbildern lassen sich unterschiedliche motivationale Regulationstypen unterscheiden, welche durch den Grad der Selbstbestimmung determiniert werden.
- b) Es zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Lernmotivationsstruktur beim Lernen mit Satellitenbildern.
- c) Die eigenständige Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten steigert das selbstbestimmt motivierte Lernen (operationalisiert durch den Selbstbestimmungsindex SDI) der Schüler.
- d) Es zeigen sich schulart-, geschlechts- und altersspezifische Unterschiede in der Entwicklung des Selbstbestimmungsindex beim Lernen mit Satellitenbildern.

3.2.2 Forschungshypothesen zu den Operatoren des "Akademischen Selbstkonzeptes"

Da die Motivationsstärke beziehungsweise die Qualität der Motivation (gemäß der Selbstbestimmungstheorie nach DECI & RYAN) in einem bedeutungsvollen Zusammenhang mit der subjektiven Erwartungskomponente des Lernenden, also dem Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten, zu sehen ist, wird diesem in der Lernforschung eine hohe Bedeutung zugemessen. Ausgehend vom Selbstkonzept allgemein, das alle selbstbezogenen Einschätzungen, Überzeugungen und Meinungen subsummiert (GREVE 2000), stellt das Fähigkeitsselbstkonzept

einen Partialbereich des Selbstkonzepts dar. Es bezieht sich explizit auf die Selbsteinschätzungen von Fähigkeiten, also das selbstbezogene Wissen und die selbstbezogene Wahrnehmung in Leistungssituationen. Stark differierende fachspezifische Fähigkeitseinschätzungen resultieren häufig aus unterschiedlichen Kompetenzerfahrungen in unterschiedlichen Schulfächern (vgl. MARSCH 1986). Es erscheint deshalb sinnvoll, ein auf Fach- oder Tätigkeitsbereiche differenziertes akademisches Fähigkeitsselbstkonzept zu untersuchen. Mit dieser mehrdimensionalen Erfassung des Selbstkonzeptes zeigen sich auch deutliche höhere Korrelationen des Diagnoseinstrumentes zu den Schulleistungen als bei einer undifferenzierten überfachlichen Erhebung der Selbsteinschätzung. Marsh stellt diesbezüglich „fachspezifische Zusammenhänge zwischen $r = 0,45$ und $r = 0,70$ “ heraus (ROST & SPARFELDT 2002, S. 131, vgl. MARSH 1992; ROST & LAMSFUß 1992).

Das akademische Fähigkeitsselbstkonzept als „Gesamtheit der kognitiven Repräsentationen eigener Fähigkeiten in akademischen Leistungssituationen (etwa in [der] Schule)“ verstanden, beeinflusst demzufolge nicht unerheblich das Leistungsvermögen von Personen (vgl. SPINATH & STIENSMEIER-PELSTER 2000) und zählt daher zu den „zentralen Untersuchungsgegenstände[n] der Leistungsmotivationsforschung“ (DICKHÄUSER et al. 2002, S. 394).

Weiterhin sehen ROST & SPARFELDT in dem Faktor „Geschlecht“ eine notwendige Variable für eine „differentielle Betrachtung“ des Selbstkonzeptes (2002, S. 131).

Geschlechtsdifferenzierte Untersuchungen des schulfachspezifischen Selbstkonzeptes attestieren den Lernenden, ganz im Sinne der zu erwartenden Geschlechtsstereotype, eine auffällige geschlechtsinvariante Selbstkonzeptstruktur „kleiner bis mittlerer Größenordnung“ (ROST & SPARFELDT 2002, S. 136). Männliche Probanden zeigen im mathematischen Bereich ein höheres Selbstkonzept, weibliche Versuchspersonen im sprachlichen Bereich. Für das Brückenfach Geographie liegen hierzu keine vergleichbaren validierten Ergebnisse vor.

ROST & SPARFELDT sehen weiterhin im „Interesse eine zentrale Variable innerhalb des Geflechts von (domänenspezifischem) Selbstkonzept und Leistung“ (2002, S. 131). In einer Längsschnittstudie konnten SKAALVIK & VALAS (1999) ferner zeigen, dass das Alter einen einflussreichen Moderator auf das fachspezifische Selbstkonzept darstellt. Es zeigte sich mit steigendem Alter eine zunehmend negativ werdende Korrelation des fachspezifischen Selbstkonzeptes zum Alter. Bei älteren Schülern wird dementsprechend ein „weiter differenziertes akademisches Selbstkonzept“ (MÖLLER & KÖLLER 2004, S. 23) als sinnvoll erachtet. Eine derartige Differenzierung erscheint im Sinne der Skalierung des akademischen Selbstkonzeptes nach DICKHÄUSER et al. (2002) viabel. Die Autoren haben, ausgehend von unterschiedlichen Bezugsnormen, die für die Konstitution des akademischen Selbstkonzeptes herangezogen werden, vier Skalen des akademischen Selbstkonzeptes entwickelt. Ausgehend von den sozialen Kontexten, innerhalb derer schulische Leistungen erbracht werden, stellt der (soziale) Vergleich mit anderen Mitschülern eine wichtige Bezugsgröße für das Selbstkonzept

dar (DICKHÄUSER et al. 2002, MAYER 1984). Als zweite Bezugsnorm erscheint mit Bezug zu Heckhausen (1974) gerade bei jüngeren Personen (DICKHÄUSER et al. 2002) der individuelle Vergleich relevant, der die jetzigen Fähigkeiten in Relation zu früheren Fähigkeiten setzt. Als dritte Bezugsnorm für die Entwicklung des akademischen Selbstkonzeptes ist der „Kriterien bezogene Vergleich“ (ebd., S. 394) zu nennen. Hier schließen Schüler auf ihre Fähigkeiten, indem sie diese in Relation zu vorgegebenen oder objektiven Kriterien setzen. Letztlich unterscheiden DICKHÄUSER et al. (2002) als vierte Skala noch die absolute Fähigkeitsdimension, die sich ohne das Heranziehen einer Bezugsnorm entwickelt. In der Differenzierung des akademischen Selbstkonzeptes sehen DICKHÄUSER et al. (2002) grundsätzlich eine Beschränkung auf die kognitiven Elemente des Selbstkonzeptes vor und inkludieren „affektive Elemente nicht als Teile des akademischen Selbstkonzeptes“ (ebd., S. 394). In der Diagnostik einer Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes liegt letztlich eine besondere Herausforderung, da keine validen Studien zur Persistenz dieses Persönlichkeitsmerkmals vorliegen. Es erscheint jedoch möglich, dass eine Veränderung dieses Lern-Prädiktors vorzugsweise im Rahmen von Längsschnitt-Erhebungen aufgezeigt werden kann. Die differenzierte Erfassung der verschiedenen Facetten des akademischen Selbstkonzeptes stellt eine reliable Möglichkeit dar, um mögliche Veränderungen des Selbstkonzeptes auch bei kurzfristigeren Treatments diagnostizieren zu können. Auf Basis der dargestellten Grundannahmen werden die folgenden Forschungshypothesen zum akademischen Selbstkonzept abgeleitet:

These (II): Die Nutzung digitaler Fernerkundungsmethoden verbessert das akademische Selbstkonzept von Schülerinnen und Schülern bezogen auf das Fach Erdkunde/ Geographie.

- a) Für das Fach Erdkunde/Geographie lassen sich drei Fähigkeitsdimensionen des akademischen Selbstkonzeptes identifizieren.
- b) Es zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Selbstkonzeptstruktur im Fach Geographie / im Fächerverbund EWG/GWG.
- c) Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Lernleistung (operationalisiert durch die Fachnote) und akademischem Selbstkonzept für das Fach Erdkunde/Geographie.
- d) Die eigenständige Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten steigert das akademische Selbstkonzept bei skalendifferenzierender Betrachtung für das Fach Erdkunde/Geographie.
- e) Es zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Veränderung der Selbstkonzeptstruktur im Fach Geographie/ im Fächerverbund EWG/GWG.

3.2.3 Forschungshypothesen zum Operator "Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung" (kurz: Computerselbstwirksamkeit)

Die vertiefende Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten ist, wie im vorangehenden Kapitel dargestellt, nur unter der Verwendung entsprechender Softwareprodukte möglich. Für die Bereitschaft und die langanhaltende Motivation sich mit derartigen Geoinformationstechnologien konstruktiv auseinanderzusetzen, ist "eine positive Einstellung gegenüber Computern sowie das Zutrauen in die eigene Kompetenz, diese zu nutzen [...], wichtig" (SPANNAGEL & BESCHERER 2009, S. 24). Die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung, als "das Zutrauen in die eigene Kompetenz im Umgang mit Computern", beeinflusst nicht nur die Computernutzung als solche, sie gilt als "wichtige motivationale Größe" für den Erfolg von Lehr- und Lernarrangements im Umgang mit dem Computer (ebd.). Eine Reihe von Studien bestätigen mehrere Einflussfaktoren auf die Höhe der Computerselbstwirksamkeit. So besteht ein positiver Zusammenhang des Zutrauens in die eigene Kompetenz in Abhängigkeit von der Erfahrung im Computerumgang (SPANNAGEL & BESCHERER 2009, BARBEITE & WEISS 2004, CASSIDY & EACHUS 2002). Entscheidend für einen Anstieg der Computerselbstwirksamkeit ist jedoch gemäß SPANNAGEL & BESCHERER (2009) mit Berufung auf eine Studie von ERTMER et al. (1994) nicht die Quantität der Computernerfahrung sondern die Qualität der bisherigen Computernutzung. Gleichermäßen ist in der "Anzahl vertrauter Softwareanwendungen" ein wichtiger positiver Prädiktor für Ausprägung der Computerselbstwirksamkeit zu sehen (SPANNAGEL & BESCHERER 2009, CASSIDY & EACHUS 2002). Kontraproduktiv erscheinen in diesem Zusammenhang Frustrationserlebnisse mit dem Computer. Zum Einfluss des Geschlechtes auf das Zutrauen, digitale Herausforderungen zu lösen, bestehen zahlreiche Studien, mit zum Teil differierenden Ergebnissen. Der Großteil dieser attestiert den männlichen Probanden jedoch eine höhere Computerselbstwirksamkeit. SPANNAGEL & BESCHERER (2009) beziehen sich hierbei auf die genderspezifischen Studien von KOLHMANN et al. (2005), CASSIDY & EACHUS (2002), HARRISON & RAINER (1992) sowie MIURA (1987). Bei weniger komplexen computerspezifischen Tätigkeiten konnten MURPHY et al. (1989) hingegen keine Geschlechtsunterschiede feststellen.

Auf Grundlage der dargestellten Forschungsergebnisse werden die folgenden Forschungshypothesen zur Bedeutung der Computerselbstwirksamkeit abgeleitet:

These (III): Die Nutzung digitaler Lernwege in der Fernerkundung fördert die Computerselbstwirksamkeit (im Fach Geographie) und beeinflusst die Ausprägung sowie die Veränderung der Lernmotivation bzw. des akademischen Selbstkonzepts.

- a) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der Computerselbstwirksamkeit.

- b) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der Computerselbstwirksamkeit.
- c) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Veränderung** der Computerselbstwirksamkeit.
- d) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Veränderung** der Computerselbstwirksamkeit.
- e) Die **Ausprägung der Lernmotivation** wird durch die Computerselbstwirksamkeit positiv beeinflusst.
- f) Die **Ausprägung des akademischen Selbstkonzepts** im Fach Erdkunde/Geographie wird durch die Computerselbstwirksamkeit positiv beeinflusst.
- g) Die Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten **steigert** bei SchülerInnen mit einer höheren Computerselbstwirksamkeit die **Lernmotivation** deutlicher als bei SchülerInnen mit niedriger Computerselbstwirksamkeit.
- h) Die Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten **steigert** bei SchülerInnen mit einer höheren Computerselbstwirksamkeit das **akademische Selbstkonzept** im Fach Erdkunde/Geographie deutlicher als bei SchülerInnen mit niedriger Computerselbstwirksamkeit.

3.2.4 Forschungshypothesen zum Operator "Satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung"

Zum Einfluss der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf Lehr- und Lernprozesse gibt es bis dato keine Studien. Die Begrifflichkeit als solche ist stark an der Computerselbstwirksamkeit im Sinne von SPANNAGEL & BESCHERER (2009), mit Bezug auf CASSIDY & EACHUS (2002), orientiert und beschreibt das Zutrauen von Personen bestimmte Handlungen im Umgang mit Satellitenbildern erfolgreich ausführen zu können. Von einer Person mit einem diesbezüglich hohem Zutrauen wird demzufolge erwartet, dass diese sich intensiv um die Durchführung satellitenbildspezifischer Operationen (wie zum Beispiel das wiederholte Setzen von Trainingsflächen zur Durchführung einer überwachten Klassifikation) bemüht und dabei länger bei dieser Ausführung verharrt und entsprechendes "Durchhaltevermögen" zeigt. Die Genderfrage in Bezug auf das Zutrauen im Umgang mit digitalen Satellitenbildern vermag hierbei eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen, da alle Handlungen mit dem Medium computergebunden sind und männliche Probanden meist eine höhere Computerselbstwirksamkeit aufweisen (vgl. KOLHMANN et al. (2005), CASSIDY & EACHUS (2002), HARRISON & RAINER (1992), MIURA (1987)).

Auf Basis der dargestellten Annahmen werden die folgenden Forschungshypothesen zur Bedeutung der satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung abgeleitet:

These (IV): Die Nutzung digitaler Lernwege in der Fernerkundung fördert die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung

- a) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- b) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- c) Es zeigen sich **schulartspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- d) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Veränderung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- e) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Veränderung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- f) Es zeigen sich **schulartspezifische Unterschiede in der Veränderung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.

These (V): Die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung beeinflusst die Ausprägung und Veränderung der Lernmotivation sowie des akademischen Selbstkonzepts

- a) Die **Ausprägung der Lernmotivation** wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.
- b) Die **Ausprägung des akademischen Selbstkonzepts** im Fach Erdkunde/Geographie wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.
- c) Die **Veränderung der Lernmotivation** wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.
- d) Die **Veränderung des akademischen Selbstkonzepts** im Fach Erdkunde/Geographie wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.

3.2.5 Forschungshypothesen "Nutzertypen im Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten"

Im Zuge der Ländervergleichsstudie zum Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht konnte SIEGMUND (2011) auf nationaler Ebene vier Schülertypen ableiten. Für die Auseinandersetzung mit komplexen, digitalen Fernerkundungsmethoden, wie sie im Rahmen der hier vorgestellten Studie zum Einsatz kamen, lassen sich möglicherweise vergleichbare Nutzertypen begründen. Ausgehend von den facettenreichen Persönlichkeitsmerkmalen der Probanden stellt sich weiterhin die Frage, welchen Einfluss diese Merkmale auf die Typisierung der Nutzer haben

und welcher Zusammenhang zwischen unabhängigen Persönlichkeitsmerkmalen und den Nutztypen besteht.

Um der zentralen Frage der Studie bezüglich der Lernwirksamkeit digitaler Fernerkundungsmethoden nachgehen zu können, erscheint es deshalb von besonderem Interesse, ob sich diese (anfänglichen) Satellitenbild-Nutzertypen verändern lassen.

These (VI): Es bestehen unterschiedliche Nutztypen im Umgang mit digitalen FE-Daten

- a) Es lassen sich „Ausgangs-Nutzertypen“ im Umgang mit digitalen FE-Daten ermitteln.
- b) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Kontrollvariablen: Geschlecht, Schulart, Alter/Klassenstufe, Fachnoten, Computererfahrung und Satellitenbilderfahrung und den Nutztypen.

These (VII): Die unterschiedlichen Nutztypen sind nicht persistent sondern veränderbar

- a) Es lassen sich „Veränderungstypen“ im Umgang mit digitalen FE-Daten ermitteln.
- b) Es besteht ein potentieller Zusammenhang zwischen den „Veränderungstypen“ und den „Ausgangs-Nutzertypen“

4 Methodologie der Untersuchung

4.1 Stichprobengewinnung

Für die Teilnahme an der Studie konnten mehrere Schulklassen aus dem Heidelberger Umfeld gewonnen werden. Von der anfänglich angestrebten Akquirierung der Stichprobe aus lediglich einem Schulverbund (Dietrich-Bonhoeffer Schule, Weinheim) musste Abstand genommen werden, da hier aus schulorganisatorischen Gründen nicht die notwendigen Teilnehmerzahlen für die Studie zu gewinnen waren. Der Untersuchungszeitraum und die genaue Darstellung der daran partizipierenden Schulen sind der nachfolgenden Tabelle (Tab. 1) zu entnehmen. Die zentralen soziodemographischen sowie weitere relevante Merkmale der Probanden werden im Kapitel 5 näher dargestellt.

Klassen-nummer	Datum der Treatments ³	Schule	Klassenstufe	N
1	26.11.2010	Lise-Meitner-Gymnasium, Königsbach-Stein	8	10
2	10.12.2010	Lise-Meitner-Gymnasium, Königsbach-Stein	8	21
3 ⁴	02.12.2010	Elisabeth-von-Thadden-Schule (Gymnasium), Heidelberg	7	(14)
4	04.03.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Realschule, Weinheim	10	21
5	31.03.2011 + 23.05.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Realschule, Weinheim	9	31
6	13.04.2011	Schönborn-Gymnasium, Bruchsal	Kurstufe1 Neigungsfach (2-stündig)	19
7	12.04.2011 + 17.05.2011	Schönborn-Gymnasium, Bruchsal	10	25
8	11.04.2011 + 18.05.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium, Weinheim	7	29
9	19.04.2011 + 18.05.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium, Weinheim	7	28
10	03.05.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Realschule, Weinheim	9	31
11	05.05.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Gymnasium, Weinheim	7	25
12	10.05.2011 + 19.05.2011	Dietrich-Bonhoeffer-Realschule, Weinheim	8	28
13	24.05.2011	Schönborn-Gymnasium, Bruchsal	10	29
14 ⁵	09.06.2011	Gymnasium Neckargemünd	Kurstufe1 Neigungsfach (4-stündig)	11
Gesamt				322

Tab. 1: Teilnehmende Klassen/ Schulen

³ Untersuchungsgruppen mit zwei angegebenen Terminen haben neben dem außerschulischen Treatment T₁ (= Datum 1) auch an einem zweiten schulinternen Treatment T₂ (= Datum 2) teilgenommen.

⁴ Auf Grund technischer Probleme und damit verbundener ungleicher Untersuchungsbedingungen wird diese Klasse im Folgenden von der Datenanalyse ausgeschlossen.

⁵ Auf Grund organisatorischer Probleme und damit verbundener ungleicher Untersuchungsbedingungen wird diese Klasse im Folgenden von der Datenanalyse ausgeschlossen.

4.2 Durchführung der Untersuchung

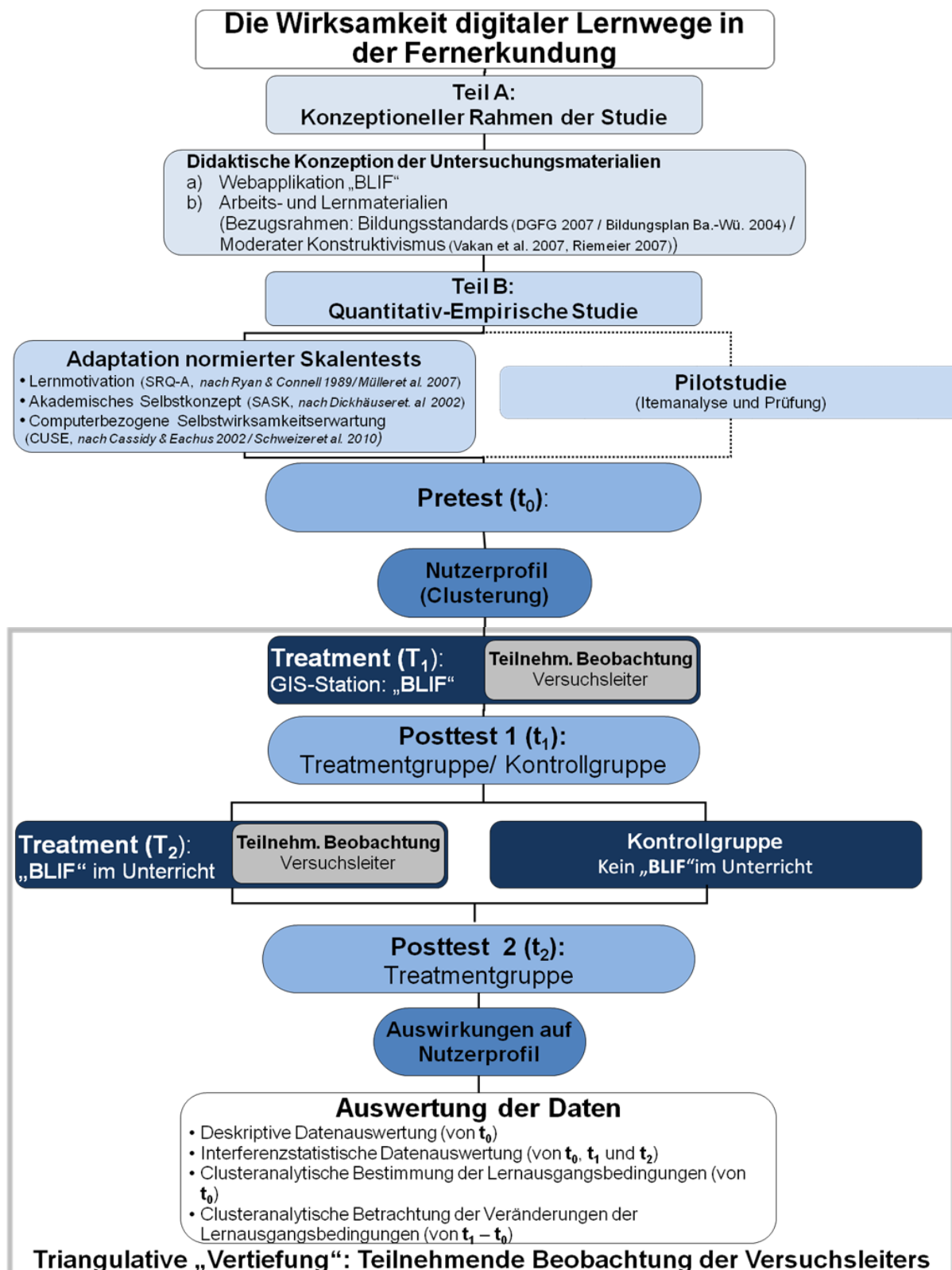


Abb. 7: Organigramm zum Untersuchungsdesign

Die empirische Untersuchung wurde als bifaktorielles Quasi-Experiment im Sinne einer hypothesenprüfenden Follow-Up-Studie konzipiert. Die Untersuchung, welche primär die

Testung kurz- und mittelfristiger Effekte der Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern intendierte, wurde als Fragebogenstudie mit Messwiederholung konzipiert.

Vor dem Beginn der Hauptuntersuchung wurden sowohl die Testinstrumente als auch die Arbeitsmaterialien der Treatments ausführlich getestet. Im Rahmen einer vorgeschalteten Pilotstudie wurden dabei neben den Arbeitsmaterialien insbesondere die adaptierten Skalentests auf ihre Eignung hin überprüft.

Im Rahmen der Hauptuntersuchung besuchten 322 Schüler aus 14 Experimentalklassen das Klaus-Tschira Kompetenzzentrum für digitale Geomedien (GIS-Station), um dort einen Vormittag lang (9-13Uhr) unter Verwendung ausgewählter Arbeitsmaterialien als Forscher auf dem Gebiet der Fernerkundung tätig zu sein (Treatments T_1).

Die Schüler erhielten hierzu, eingebunden in eine geographische Fragestellung, eine kurze methodische Einführung in die Arbeit mit digitalen Fernerkundungsdaten und bearbeiteten im Anschluss daran selbständig ein bildungsplankonformes Themenbeispiel (siehe Arbeitsmaterialien im Anhang).

Über mehrere Erhebungszeitpunkte hinweg wurde mit Hilfe der überwiegend Skalentest-basierten Fragebögen der Verlauf der beschriebenen Lernprozess-Faktoren Lernmotivation, akademisches Selbstkonzept sowie satellitenbild-/ und computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung erfasst. Da durch das Aufsuchen externer Lernangebote (hier des Klaus-Tschira-Kompetenzzentrums für digitale Geomedien), verbunden mit der multimedialen Arbeit im Bereich der Fernerkundung, meist mit kurzzeitigen Veränderungen in untersuchten Bereichen zu rechnen war, wurde die Untersuchung für einen Teil der Probanden um ein zweites Treatment (Treatments T_2) im gewohnten, schulischen Umfeld erweitert. 132 Schüler aus insgesamt fünf Untersuchungsgruppen setzten die Fernerkundungssoftware BLIF, unter Verwendung bestimmter vorgegebener Arbeitsmaterialien aus dem regulären Schulalltag, weiterhin ein, wohingegen die Kontrollgruppe das Softwareangebot kein weiteres Mal im Unterricht verwendete. Über den Vergleich der Treatmentgruppe im Rahmen des Treatments T_2 mit der Kontrollgruppe (kein zweites Treatment) werden somit aufschlussreiche Erkenntnisse über die nachhaltige Wirksamkeit digitaler Lernwege in der Fernerkundung erwartet.

4.2.1 Untersuchungsablauf

Der konkrete Untersuchungsverlauf ist dem Organigramm zum Untersuchungsdesign zu entnehmen (siehe Abb. 7). Grundsätzlich wurden in intensiver Absprache mit den Schulleitern, den Klassen- sowie Fachlehrern der jeweiligen teilnehmenden Schulklassen (vgl. Tab. 1), geeignete Zeiträume für das schulexterne Treatment T_1 bzw. das schulinterne Treatment T_2 , vereinbart. Ferner erfolgten gründliche Absprachen, um eine thematische Passung der Treatmentthemen zu der spezifischen Schuljahresplanung der teilnehmenden Fachlehrer zu gewährleisten.

Der erste Messzeitpunkt fand jeweils in den Multimedia-Räumlichkeiten des Kompetenzzentrums statt. Zunächst stellte sich der Untersuchungsleiter (R. Ditter) den Schülern vor und informierte sie über die bevorstehende Untersuchung. Dabei wurde den Teilnehmern erklärt, dass die Studie dazu diene zu erforschen, wie der EWG-/Geographieunterricht verbessert werden könne. Daraufhin wurde den Schülern ein digitales Satellitenbild des Frankfurter Flughafens mit Hilfe der Software Diercke Globus Online aus ca. 30 km Höhe projiziert. In einem Rundgespräch wurde daraufhin kurz über das Medium Satellitenbild und die darauf vermuteten Bildelemente diskutiert. Unter Zuhilfenahme der Zoom-Funktion wurden anschließend die Schülervermutungen entsprechend falsifiziert bzw. verifiziert. Diese kurze methodische Hinführung wurde vor die Pre-Testung der Schüler gesetzt, da die Vorstudien zeigten, dass viele Schüler das Medium Satellitenbild primär aus der privaten Nutzung von Google Earth und Co zwar kennen, es aber häufig nicht mit dem Begriff „Satellitenbild“ in Verbindung bringen. Mittels der Hinführung war es möglich, begriffliche Klarheit zu schaffen, das Vorwissen der Schüler bezüglich des Mediums zu reaktivieren und annähernd zu parallelisieren. Daraufhin erfolgte erst die fragebogenbasierte Baseline-Messung (t_0) mit allgemeinen Angaben zur Person, Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern, zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG, zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer und Angaben zu den persönlichen Erfahrungen im Umgang mit Satellitenbildern (siehe Fragebogen 1 im Anhang).

In direktem Anschluss dazu startete das Treatment T_1 unter Verwendung der entsprechenden Arbeitsmaterialien (vgl. Anhang). Ausgehend von einem jeweils themenspezifischen Bilderrätsel wurde die vom Fachlehrer gewählte Unterrichtsthematik problematisiert, in den Fragehorizont der Schüler gebracht und daraus die zentrale geographische Fragestellung für die folgende Erarbeitungsphase abgeleitet. Als erste Annäherung zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage begannen die Schüler mit Hilfe der Software Diercke Globus Online virtuell in das jeweilige Untersuchungsgebiet zu reisen. Dort machten sich die Lernenden mit Hilfe von Echtfarben-Satellitenbilddarstellungen mit dem Untersuchungsraum vertraut, indem sie die räumlichen Begebenheiten vor Ort, im Sinne eines natürlichen und indikatorischen Bildverstehens, untersuchten (vgl. HIEBER & LENZ 2007). Nach einer anschließenden Pause wurden die Schüler im Kontext eines gelenkt entdeckenden Lernens (vgl. WICHMANN 2010) an die Möglichkeiten der Satellitenbildtechnik und deren geographische Auswertung herangeführt. Hierzu nutzen die Lernenden die eigens hierfür entwickelte Unterrichtssoftware BLIF und forschten damit in arbeitsteiliger Partnerarbeit aktiv im Kontext der thematischen Fragestellung (vgl. DITTER et al. 2012A, DITTER et al. 2012B, DITTER & SIEGMUND 2012A, DITTER & SIEGMUND 2012B, DITTER 2011, DITTER et al. 2010A, DITTER et al. 2010B, DITTER & SIEGMUND 2010). Im Anschluss an die Auseinandersetzung mit BLIF wurden die jeweiligen Kleingruppen-Ergebnisse im Plenum diskutiert und mit der anfänglichen geographischen Fragestellung kontextualisiert.

Am Ende des außerschulischen Treatments T_1 erfolgte die zweite fragebogenbasierende Erhebung als Posttest-Messung (t_1). Hierbei kamen die identischen motivationalen Items zum Lernen mit Satellitenbildern, die Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG sowie die Items zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer und mit Satellitenbildern zum Einsatz (siehe Abschlussfragebogen im Anhang). Das zweite Treatment T_2 fand mit einer Ausnahme vier bis sieben Wochen später im gewohnten, schulischen Umfeld statt (vgl. Tab.1). Wiederum unter Leitung von R. Ditter setzten fünf Untersuchungsgruppen die Software BLIF in einem anderen thematischen Kontext, aber unter Verwendung methodisch-strukturell vergleichbar konzipierter Arbeitsmaterialien (vgl. Arbeitsmaterial im Anhang) im regulären Unterrichtsalltag wiederholt ein (Dauer: 2 Unterrichtsstunden). Abschließend wurde erneut der Abschlussfragebogen als Posttest (t_2) eingesetzt, um damit mögliche Veränderungen des fachlichen Selbstkonzeptes, der Lernmotivation und Selbstwirksamkeitserwartung als „follow-up-Vergleich“ analysieren zu können. Die verbleibenden sieben Lerngruppen fungierten als Kontrollgruppe und verwendeten das fernerkundungsbasierte Softwareangebot im Unterricht kein zweites Mal.

4.2.2 Variablen der Untersuchung

Im Rahmen der Studie werden zwei unabhängige Variablen analysiert. Dies ist zum einen die aktive Nutzung und Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten in der GIS-Station, dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien (Treatment T_1) sowie eine wiederholende Auseinandersetzung unter Verwendung der Fernerkundungsapplikation "BLIF" im regulären Schulalltag (Treatment T_2) im Vergleich zur ausschließlichen Beschäftigung mit Satellitendaten in der GIS-Station (UV_1).

Die zweite unabhängige Variable (UV_2) ergibt sich aus den drei verschiedenen Messzeitpunkten. Die Baseline-Messung (t_0) fand direkt vor Beginn des Treatments T_1 in der GIS-Station statt. Die zweite Messung (t_1) erfolgte direkt nach dem Treatment T_1 ebenfalls in der GIS-Station und die abschließende Erhebung (t_2) wurde im Anschluss an das zweite Treatment T_2 in der Schule vollzogen. Zur Vermeidung von Erinnerungseffekten wurde ferner großer Wert darauf gelegt, den Zeitraum zwischen t_1 und t_2 möglichst nicht zu eng zu gestalten. Die Kontrollvariablen, die in der Untersuchung gezielt berücksichtigt wurden, waren neben dem Geschlecht, dem Alter, der Schulart und den Schulleistungen auch die individuelle Vorerfahrung der Probanden in Bezug auf die Computernutzung und den Umgang mit Satellitenbildern. Demnach setzten sich die Kontrollvariablen wie folgt zusammen:

KV₁: Geschlecht

KV₂: Alter/Klassenstufe

KV₃: Schulart (Gymnasium Sek. I und Realschule Sek. I)

KV₄: Schulleistungen (operationalisiert anhand der Zeugnisnoten in Geographie/EWG, Deutsch, Mathematik und NWA (Naturwissenschaftliches Arbeiten))

KV₅: Vorerfahrung in Bezug auf die Computernutzung

KV₇: Vorerfahrung im Umgang mit Satellitenbildern (privat/ in der Schule)

Die Faktoren, die durch die beiden Treatments systematisch beeinflusst werden sollten, waren, wie in Kapitel 3 dargestellt, die Lern- und Leistungsmotivation (**AV₁**) und das akademische Selbstkonzept (**AV₂**). Im Bereich der Lernmotivation wurde zudem zwischen den Regulationsstilen der Lernmotivation differenziert. Das akademische Selbstkonzept, hinsichtlich des Faches Geographie/EWG, wurde zudem in Relation zu den Bezugsnormen der Fähigkeitsurteile sozial, individual, kriterial sowie absolut (ohne vergleichende Bezugsgröße) erfasst. Die Erhebung beider abhängigen Variablen erfolgte mittels skaliertester Skalentests. Zur differenzierten Analyse der Motivationsprozesse wurden die Skalentests zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülern und Schülerinnen als Testinstrumente gewählt (nach MÜLLER et al. 2007). Es handelte sich dabei um eine adaptierte und ergänzte Version des "Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A)" nach RYAN & CONNELL (1989). Zur differenzierten Erfassung des akademischen Selbstkonzeptes der Probanden wurden die bezugsnormspezifischen Skalen "SASK" von DICKHÄUSER et al. (2002) adaptiert.

Als Moderatorvariablen, die in der Untersuchung gezielte Berücksichtigung fanden, da von ihnen Einfluss auf die abhängigen Variablen zu erwarten war, wurden die Computerselbstwirksamkeit (**MV₁**) und die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung (**MV₂**) erfasst. Für die Ermittlung der beiden Kennziffern kamen die von SCHWEIZER (2010) in Anlehnung an die Fragebögen der Computer self efficacy scale von CASSIDY UND EACHUS (2002) adaptierten Testinstrumente zum Einsatz. Alle Testinstrumente wurden einer ausführlichen faktorenanalytischen Prüfung unterzogen. Die Ergebnisse der statistischen Prüfung hierzu werden im Kapitel 5 dargestellt.

4.2.3 Potenzielle Störfaktoren der Untersuchung

Da gerade bei Klumpenstichproben in Form heterogener Schulklassen mit zahlreichen Störvariablen zu rechnen ist, wurden diese einer differenzierten Betrachtung unterzogen.

Der erste Teil der Untersuchung (Treatment T₁) wurde als eine „One-shot-case-study“, also eine Treatment-Testung ohne Kontrollgruppe konzipiert. Der Hauptgrund für den Verzicht auf ein Kontrollgruppendesign an dieser Stelle ist, dass es kaum möglich erscheint, eine passende und adäquate Vergleichsgruppe zur Treatmentgruppe zu konstituieren. Die webbasierte Auseinandersetzung mit Fernerkundungsdaten lässt sich weder ausreichend reliabel mit einer analogen Form der Satellitenbilddauswertung, noch mit einer digitalen desktopbasierten

Auseinandersetzung mit Fernerkundungsdaten oder mit der Beschäftigung mit geographischen Informationssystemen vergleichen.

Eine moderat zu kontrollierende Störvariable ergibt sich aus dem Aufsuchen eines außerschulischen Lernortes, wie dies im Kontext des Treatments T_1 der Fall ist. Alleine der schulexterne Lernort kann bereits zu Motivationssteigerungen bei den Probanden, unabhängig von den inhaltlichen Treatments, führen. Demnach wären Aussagen über die längerfristige Wirksamkeit digitaler Zugangswege in der Fernerkundung nur schwer möglich. Aus diesem Grund erfolgten sowohl die Baseline-Messung (t_0) als auch die erste Posttest-Messung (t_1) am außerschulischen Lernort. Zudem wurde für einen Teil der Probanden eine zusätzliche Erfassung der beiden abhängigen Variablen zu einem dritten Messzeitpunkt (t_2) im schulischen Umfeld durchgeführt.

Um den schulartenspezifischen Lernunterschieden und der schulartspezifischen Schülvverteilung in den Klassenstufen Rechnung zu tragen, wurden die Klassen im Sinne einer geschichteten Klumpenstichprobe ausgewählt. Demzufolge wurde ein schulartenspezifischer Anteil an Klassen gemäß der prozentualen Verteilung der Schüler in Baden-Württemberg angestrebt. Im Schuljahr 2010/11 besuchten 245.352 Schüler eine allgemeinbildende Realschule (öffentlich + privat) und 345.998 Schüler ein allgemeinbildendes Gymnasium (öffentlich + privat) (gemäß <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BildungKultur/Landesdaten/abschulen.asp>, Zugriff: 31.10.10). Damit ergibt sich ein statistisches Verhältnis von gymnasialen Schülern zu Realschülern von 1,41 auf Landesebene. Die reale Zusammensetzung der (gültigen) Untersuchungsteilnehmer zeigt eine vergleichbare, schulartenspezifische Quote von 1,37. Die Schüler der Hauptschule fanden in der Untersuchung keine Berücksichtigung, da dies, um eine reliable Vergleichbarkeit der Schularten zu gewährleisten, eine größere Gesamtprobandenzahl erfordert hätte, wie es im Rahmen dieser Studie nicht zu leisten gewesen wäre. Hinzukommt, dass die curriculare Einbindung der Fernerkundung als methodische Aktionsform im Unterricht an Hauptschulen eine geringere Rolle spielt als bei den anderen Schularten.

Die Abhängigkeit der Wirksamkeit des Treatments von der Lehrperson wurde dahingehend berücksichtigt, dass das außerschulische Treatment (T_1) in allen Lerngruppen von der identischen Lehrperson (R. Ditter) betreut wurde. Die jeweiligen EWG/Geographie (GWG)-Lehrer agierten als Berater und teilnehmende Beobachter im Hintergrund. Die Beeinflussung des Untersuchungsergebnisses durch die Lehrkraft im Zusammenhang mit dem zweiten Treatment wurde ebenfalls kontrolliert. Auch im Rahmen der schulischen Auseinandersetzung mit der Fernerkundungssoftware BLIF (Treatment T_2) trat R. Ditter als die verantwortliche Lehrperson auf. Die Probanden erhielten arbeitsteilige, aber identisch konzipierte Lern- und Arbeitsmaterialien zu einem konkreten Themengebiet. Diese Handreichungen ermöglichten es den Schülern, weitestgehend eigenverantwortlich und selbsttätig mit der Software BLIF zu

arbeiten, so dass die Beeinflussung durch den Lehrer, der primär als Berater fungiert, deutlich reduziert wurde. Der Gefahr der mangelnden Reliabilität der Untersuchung, etwa dadurch dass engagierte Lehrer das Treatment T_2 bevorzugen könnten, wurde durch eine Randomisierung von Treatment- und Kontrollgruppe berücksichtigt.

Weitere nicht unerhebliche Störvariablen wären auf Grund der externen Einflüsse innerhalb der beiden Zeitspannen $t_0 - t_1$ und $t_1 - t_2$ möglich gewesen. Unter Umständen sind so nachweisbare Veränderungen der abhängigen Variablen AV_1 (Lern- und Leistungsmotivation) sowie AV_2 (fachliches Selbstkonzept) nicht auf die Treatments (T_1/T_2) zurückzuführen, sondern auf eine Reihe anderer treatment-unabhängiger Einflussfaktoren innerhalb der Erhebungszeiträume. Da das Intervall zwischen t_0 und t_1 jedoch nur wenige Stunden betrug, waren zwar Testeffekte, wie Erinnerungs- und Übungseffekte, möglich. Auf Grund der geringen Zeitspanne zwischen den beiden Messzeitpunkten waren hingegen weitere störende Einflussfaktoren auf t_1 unwahrscheinlich. Weiterhin war bei dieser kurzen Zeitspanne mit keinem Probanden-Dropout zu rechnen.

Zwischen t_1 und t_2 stellte sich die Situation jedoch differenzierter dar. Auch wenn der Zeitraum bei den meisten Lerngruppen auf etwa vier Wochen begrenzt war, waren hierbei durchaus Konfundierungen möglich. Die potenzielle Störung, die sich aus der so genannten „empörten Demoralisierung“ der Kontrollgruppe hätte ergeben können, da diese kein Treatment (T_2) erhalten haben, war weitestgehend auszuschließen. Zum einen erfuhr die Kontrollgruppe nicht, dass andere Klassen ein zweites Treatment erhalten haben, zum anderen war es den EWG/GWG-Lehrern freigestellt (es war sogar erwünscht) BLIF nach dem Messzeitpunkt t_2 im eigenen Unterricht auch einzusetzen.

Aus diesem Grund war auch nicht von einer Störung im Sinne einer „Treatment-Diffusion“ oder eines „kompensatorischen Wettstreits“ auszugehen, bei dem die Kontrollgruppe versucht haben könnte, das fehlende zweite Treatment (T_2) mit vermehrtem Ehrgeiz zu kompensieren.

Mögliche störende Positionseffekte, die sich auf Grund der Länge des Fragebogens in Form von Konzentrations- und Motivationsabnahme hätten ergeben können, wurden dadurch berücksichtigt, dass die Länge des Fragebogens überschaubar war. Die Bearbeitungszeit für den Baseline-Fragebogen betrug zwischen 20 und 30 Minuten. Zum Ausfüllen des Posttest-Bogens benötigten die Probanden zwischen 15 und 20 Minuten. Auf Grund der Erfahrungen des Prätests, in Bezug auf den erforderlichen Zeitbedarf zum Ausfüllen der Fragebögen, wurde daher von einer bewussten Variation der Fragereihenfolge, in Sinne eines unvollständigen Balancierens des Fragebogens, Abstand genommen. Carry-over-Effekte, etwa dadurch dass bestimmte Fragebogen-Items inhaltlich durch frühere Bedingungen hätten beeinflusst werden können, waren auf Grund der Normierung der Testinstrumente ebenfalls nicht zu erwarten.

Der Versuchsleitererwartungseffekt oder „Pygmalion-Effekt“ bzw. „Rosenthal-Effekt“ wurde dadurch kontrolliert, dass die Versuchsbedingungen standardisiert wurden und der Versuchsleiter lediglich als Moderator und Berater fungierte und keinen Einfluss auf die sonstigen schulischen Leistungen der Schüler nehmen konnte.

4.2.4 Unkontrollierbare Störvariablen

Trotz der Möglichkeit eine Vielzahl der Störvariablen vollständig oder moderat zu kontrollieren, zeigten sich auch eine Reihe von unkontrollierbaren Störvariablen, die im Folgenden offen angesprochen werden sollen:

Zum einen ist der zum Teil nicht unerhebliche Lern- und Leistungsunterschied innerhalb einer Klasse zu nennen. Eine Kontrolle in Form einer Randomisierung innerhalb einer Klasse wurde jedoch bewusst nicht vollzogen. Zum einen sollte das Klassengefüge nicht gesprengt werden, um die soziale Dimension in einer (quasi) natürlichen Gruppe nicht zu pertubieren und zum anderen wäre aus logistischen Gründen eine Randomisierung klassenintern unverhältnismäßig aufwendig gewesen.

Der geringeren externen Validität von Laboruntersuchungen, wie dies beim Treatment T_1 in der GIS-Station, dem Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien, der Fall ist, war nur dahingehend Rechnung zu tragen, dass das Treatment T_2 im Kontext einer Feldstudie (nämlich im Schulalltag) erfolgte. Damit verbunden war jedoch eine zweifelsohne geringere interne Validität. Demzufolge ist es auch nicht intendiert gewesen, von einer globalen Repräsentativität der zu erwartenden Untersuchungsergebnisse zu sprechen.

Die Einschränkung der Generalisierbarkeit der Ergebnisse ist auch dem Hawthorne-Effekt bzw. dem Phänomen der Reaktivität geschuldet. Das Bewusstsein, an einer Untersuchung teilzunehmen, verändert das Verhalten der Probanden in nicht zu operationalisierbarer Weise. Zudem war es auch nicht auszuschließen, dass Regressionseffekte beim Ausfüllen der meist likertskalierten Items auftreten. Dieser statistische Effekt, wonach eine nach Auswertung des Prätest „scheinbar“ homogene Gruppe im Posttest t_1 und/oder t_2 auch streuen kann, hat möglicherweise schwer zu quantifizierbaren Einfluss auf die interne Validität. Letztlich bleibt noch die experimentelle Mortalität nennen. Auch hier war es nicht zu kontrollieren, ob und wie viele Schüler möglicherweise bei der dritten Messung, krankheitsbedingt ausfallen.

4.3 Der Fragebogen als Forschungsinstrument

Von verschiedenen Formen der qualitativen Sozialforschung, etwa des Leitfadeninterviews oder der Gruppendiskussion, wurde nach reiflicher Überlegung Abstand genommen. Trotz einer Vielfalt an erkenntnistheoretischen Perspektiven der qualitativen Forschung, erschien vor allem die Eignung qualitativer Wege im Hinblick auf die primären Forschungsfragen nicht viabel.

Die Wahl des Fragebogens als zentrales quantitatives Instrument der Datenerhebung hat auch mehrere zum Teil strukturell bedingte Gründe. Zum einen ermöglicht der Einsatz dieses Instrumentes, eine hohe Anzahl von Probanden erfassen zu können. Zum anderen ist damit aber auch eine zeitökonomische Befragung im Kontext des dargestellten Forschungsdesigns mit zwei bzw. drei Messzeitpunkten möglich. Dabei erlaubt diese Form der quantitativen Erhebung, umfangreiche Messgrundlagen zu generieren, um später im Kontext eines hypothesenprüfenden Messverfahrens "Beziehungen zwischen verschiedenen Daten [zu] testen und Zusammenhänge aufdecken und erklären [zu] können" (MEIER KRUKER & RAUH 2005, S. 6).

Insgesamt wurden zwei verschiedene Fragebögen (vgl. Anhang) konzipiert und in der Pilotstudie jeweils validiert.

Der Fragebogen, der vor Beginn des ersten Treatments (T_1) zur Baselinemessung eingesetzt wurde, besteht aus fünf Item-Gruppen:

1. **Allgemeine Personen-Items** wie Geschlecht, Alter, Schulart, Klassenstufe, Geburtsland und Schuljahresnoten
2. **Motivationale Items** zum Lernen mit Satellitenbilder
3. Items des **akademischen Selbstkonzeptes** zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG
4. Items zur Erfahrung und Einschätzung der eigenen Fähigkeit im Umgang mit dem **Computer**
5. Items zur Erfahrung und Einschätzung der eigenen Fähigkeit im Umgang mit **Satellitenbildern**

Der Abschlussfragebogen, der nach den Treatments (T_1 und T_2) zur Posttest-Messung und Postposttest-Messung eingesetzt wurde, besteht aus vier Item-Gruppen:

1. **Motivationale Items** zum Lernen mit Satellitenbildern (mit identischen Items wie im Baselinetest)
2. Items des **akademischen Selbstkonzeptes** zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG (mit identischen Items wie im Baselinetest)
3. Items zur Einschätzung der eigenen Fähigkeit im Umgang mit dem **Computer** (mit identischen Items wie im Baselinetest, jedoch ohne die Items zur Selbsteinschätzung der Computererfahrung)
4. Items zur Einschätzung der eigenen Fähigkeit im Umgang mit **Satellitenbildern** (mit identischen Items wie im Baselinetest, jedoch ohne die Items zur Selbsteinschätzung der Satellitenbilderfahrung)

Zur Erfassung der motivationalen Disposition der Probanden wurden anfänglich drei verschiedene Testinstrumente eruiert. Zunächst wurde der normierte Testbogen "FAM", als Instrument zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen (RHEINBERG, VOLLMEYER & BURNS 2001), in die nähere Betrachtung gezogen. FAM wurde ursprünglich für digitale Lernsituationen mit höheren Anforderungen an den Selbstregulationsprozess der Probanden entwickelt, was dem hier zu Grunde liegenden Testsetting entspräche. FAM wurde jedoch primär bei Schülern der Sekundarstufe II oder bei Studierenden eingesetzt. Diese hatten die Aufgabe, im Rahmen einer Untersuchung in einem Biologie-Labor eine "Beziehungsstruktur eines komplexen linearen Systems" zu erstellen und eine anschließende "Outputanalyse" durchzuführen (ebd. S. 61). In diesem Punkt unterscheiden sich die Rahmenbedingungen, vor allem in Hinblick auf die Adressatenpassung, deutlicher.

Als ein für die Zielgruppe passenderes Diagnoseinstrument erschienen die von SPINATH, STIENSMEIER-PELSTER, SCHÖNE & DICKHÄUSER entwickelten Skalen zur Erfassung der Lern- und Leistungsmotivation (SELLMO-S). Der Test soll die "reliable und valide Erfassung von Zielen in Lern- und Leistungskontexten bei Schülerinnen und Schülern [Klasse 4-10] ermöglichen" und sich daher gut zur "vergleichenden Klassifizierung" eignen (SPINATH et al. 2002 S. 207f). SELLMO sollte jedoch nicht als eigenständiges Diagnoseverfahren verwendet werden, da es in Ergänzung mit weiteren Instrumentarien hauptsächlich zur Diagnose niedriger Schulleistungen einzusetzen ist, mit der Zielsetzung, entsprechende Fördermaßnahmen zu entwickeln (vgl. SPINATH et al. 2002). Da jedoch nicht davon auszugehen ist, dass die im Rahmen dieser Studie teilnehmenden Probanden größtenteils über "ungünstig motivationale Lernvoraussetzungen" verfügen, erschien die reliable Passung von SELLMO fragwürdig. Zudem erschien nach Rückfrage bei den Entwicklern von SELLMO das Instrument etwas unsensibel gegenüber "kurzen" Interventionen, wodurch eine motivationale Veränderung im Rahmen der vorgestellten Treatments womöglich kaum zu diagnostizieren wäre. Hinzukommt, dass der Testbogen im eigentlichen Sinne nicht für eine Follow-Up Studie konzipiert wurde.

Der dritte in Betracht gezogene und letztlich adaptierte Fragebogen zur Diagnose der Lernmotivation war das von MÜLLER, HANFSTINGL & ANDREITZ (2007) entwickelte Skaleninstrument zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern. Die Skalen stellen eine ergänzte Adaption des "Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A)" nach RYAN & CONNELL (1989) dar. Im Kontext einer breit angelegten Fragebogenstudie wurden die Items an "2651 österreichischen Schülerinnen und Schülern aus 128 Schulklasse und unterschiedlichen Schultypen" erprobt und erwiesen sich für Probanden "ab dem 11. Lebensjahr als gut einsetzbar" (vgl. MÜLLER et al. 2007, S. 3). Der große Mehrwert dieser Skalen ist neben der Adressatengemäßheit vor allem in der Möglichkeit der differenzierten Analyse der Motivationsprozesse zu sehen. Zudem ermöglicht die Verwendung der Skalen eine genaue Erfassung des jeweiligen Selbstbestimmungsgrades der Schüler. Damit lassen sich

Rückschlüsse auf die Qualität der entsprechenden Bildungsprozesse ziehen. (vgl. Kap. 3.2.1). Zur Validierung des Messinstruments wurde ferner ein Expertenrating durchgeführt. Neben offenen Diskussionsrunden mit sozialwissenschaftlich forschenden Arbeitskollegen wurden vor allem auch die Entwickler der Skalen um eine kritische Prüfung des Einsatzes besagter Testinstrumente in dem hier dargelegten Forschungskontext gebeten. Diese Rückfragen ergaben, dass eine spezifische Adaption der Items in Bezug auf das Lernen mit Satellitenbildern als sinnvoll erachtet wurde und damit "das Instrument gut einsetzbar ist und auch kleine Veränderungen messen kann" (persönlich Mitteilung von F. H. Müller vom 12.05.2010).

Zur Erfassung des akademischen Selbstkonzeptes wurden im Wesentlichen zwei unterschiedlich konzipierte Erhebungsbögen zur Adaption in Erwägung gezogen.

Einerseits die von Rost und Sparfeldt entwickelten und normierten Items "zur Messung des differentiellen Selbstkonzeptes schulischer Leistungen und Fähigkeiten (DISK-Gitter)" (ROST & SPARFELDT 2002, S. 130). Die schulfachübergreifend konzipierten Skalen sind für Schüler der siebten bis zehnten Klassenstufe (Realschule und Gymnasium) entwickelt worden und erlauben eine "sehr ökonomische, hoch reliable und konvergent-diskriminante valide" Erfassung der spezifischen fachlichen Selbstkonzepte (ebd., S. 137). Eine differenzierte Erfassung des (fachlichen) Selbstkonzeptes nach der jeweiligen Bezugsnormorientierung erlauben die acht Items, konzeptionsbedingt, hingegen nicht. Dies erscheint jedoch besonders interessant, da im Rahmen der zu Grunde liegenden kurzen Treatments keine globale Veränderung des geografischen Selbstkonzeptes, einem durchaus persistenten Lernprädiktor, zu erwarten ist. Eine mögliche differenzierte Erfassung des geografischen Selbstkonzeptes, wie es DICKHÄUSER et al. (2002) vorschlagen, versprechen hingegen die bezugsnormorientierten Skalen zum akademischen Selbstkonzept (SASK) bzw. die sogenannten Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzeptes (SESSKO).

Die für Schüler der Klassen fünf bis zehn normierten Skalen weisen eine "gute bis sehr gute korrigierte Trennschärfe" sowie eine "stabile Drei-Faktorenlösung" [kriterienbezogenes, individuelles und soziales Fähigkeitsurteil] auf (DICKHÄUSER et al. 2002, S. 398). In einer faktorenanalytischen Prüfung konnten DICKHÄUSER et al. (2002) ferner die Verschiedenheit der Item-Gruppen und damit die faktorielle Validität der Skalen prüfen. Als Hinweise auf die kriteriumsbezogene Validität konnten hohe Korrelationen der Skalensummenwerte zu "konzeptuell nahen Konstrukten" ermittelt werden (ebd., S.401). In einer Evaluation des Testinstrumentes "SESSKO" (dem die identischen Item-Formulierungen zu Grunde liegen wie in den bezugsnormorientierten Skalen "SASK") konnten SPARFELDT et al. hingegen nur eine zweidimensionale Struktur der Items reproduzieren (vgl. SPARFELDT et al. 2003, S. 330). Inwiefern sich die von den Testautoren DICKHÄUSER et al. postulierte mehrdimensionale Struktur des akademischen Selbstkonzeptes in der hier vorgesehenen Adaption auf das Fach

Geographie zeigt, erscheint demnach fragwürdig und ist im analytischen Teil dieser Arbeit zu prüfen. Die Expertenbefragung zur Validierung des Erhebungsinstrumentes für den hier zu Grunde liegenden Untersuchungskontext lassen die Passung des Messinstrumentes vermuten. "Grundsätzlich erscheint das angesprochene Testverfahren [Anmerkung: gemeint sind die Skalen "SESSKO"] geeignet, um Veränderungen im Selbstkonzept oder in der Zielorientierung abzubilden, sofern denn solche Veränderungen stattgefunden haben" (persönlich Mitteilung von O. Dickhäuser vom 01.10.2009). Ob im Rahmen der zeitlich begrenzten Treatments Veränderungen einzelner Dimensionen des geographischen Selbstkonzeptes zu erwirken sind, bleibt nach Auskunft mehrerer Experten offen und ist ebenso wie die dimensionale Struktur des Selbstkonzeptes selbst zu prüfen (vgl. Kap. 3.2.2).

Zur Erhebung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung wurden ebenso zwei Diagnoseinstrumente für die Adaption im Kontext dieser Studie eruiert. Das erste, mit 30 Items sehr umfassendes Instrumentarium, wurde von SPANNAGEL & BESCHERER (2009) aus einer Übersetzung des Computer User Self-Efficacy Scale (CUSE Scale) von CASSIDY & EACHUS (2002) entwickelt und mit studentischen und schulischen Probanden erprobt. Der Schwerpunkt des Erhebungsinstrumentes liegt auf dem "Einsatz des Computers als Instrument zum Lernen" (SPANNAGEL & BESCHERER 2009, S. 29). Als geeignetes Szenarium für den Einsatz des Testverfahrens werden von SPANNAGEL UND BESCHERER vor allem "Lehr-/Lernszenarien mit Computereinsatz" (ebd., S.37) vorgeschlagen. Da zudem eine Reliabilitäts- und Validitätsüberprüfung des Instrumentes an 172 Realschülern der 8. Klasse vorgenommen wurde, erschien dieses inhaltlich und methodisch passend zu sein. In der Gesamtbetrachtung der Quantität des Fragebogens musste aus zeitlichen Gründen jedoch eine deutliche Kürzung des Fragebogens in Betracht gezogen werden. Hinzukommt, dass die Computerselbstwirksamkeit, ebenso wie die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung, "nur" als Moderatorvariablen und nicht als die zentralen abhängigen Variablen fungieren (vgl. Kap. 4.2.2). Aus diesem Grund wurde eine von SCHWEIZER et al. (2010) in Anlehnung an die Fragebögen der Computer User Self-Efficacy Scale (CUSE Scale) von CASSIDY UND EACHUS (2002) entwickelte und getestete Kurzfassung eingesetzt. Die Adressatengemäßheit der Items konnte in der Pilotstudie getestet werden. Hier zeigten sich keine Verständnisschwierigkeiten oder Irritationen im Umgang mit den Aussagen. Die maßgebliche faktorenanalytische Prüfung auf interne Konsistenz der Items kann allerdings erst in der Auswertung der Hauptuntersuchung erfolgen. Da die Höhe der Computerselbstwirksamkeit zudem durch eine Reihe weiterer Faktoren determiniert wird (vgl. Kap. 3.2.3), beinhaltet der Fragebogen zusätzliche Fragen, welche die Erfahrung im Umgang mit dem Computer allgemein, die Nutzung von speziellen Computerprogrammen sowie die Internetnutzung quantitativ zu operationalisieren versuchen (vgl. Fragebogen1 im Anhang, D1-5).

Für die Erhebung der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung wurde eine Adaption des gekürzten Item-Kataloges zur Erfassung der Medienselbstwirksamkeit von SCHWEIZER et al. (2010) mit Bezug auf CASSIDY & EACHUS (2002) vorgenommen (vgl. Kap. 3.2.4). Lediglich auf die Adaption des Items "Bei der Arbeit mit Computern habe ich Angst, Fehler zu machen" wurde verzichtet, da dies, bezogen auf die "Arbeit mit Satellitenbildern", eher verwirrend als zielführend erschien.

Zudem wurde analog zum Umgang mit dem Computer die Vorerfahrung in der Auseinandersetzung mit Satellitenbildern erhoben. Hierzu zählte neben der Intensität der privaten und schulischen Nutzung insbesondere auch die mediale Repräsentationsform der Auseinandersetzung (vgl. Fragebogen1 im Anhang, E1-5).

4.4 Validierung des Fragebogens im Rahmen des Prätests

Zur Validierung des Fragebogens wurde ein zweistufiges Verfahren angewandt. Zunächst fand ein in mehreren Etappen gestuftes Expertenrating statt. Alle Fragen und Items wurden, wie im vorangehenden Kapitel dargestellt, in mehreren Diskussionsrunden im Rahmen des Geographischen Colloquiums der Abteilung Geographie (der Pädagogischen Hochschule Heidelberg) mit sozialwissenschaftlich und geographisch forschenden Kollegen diskutiert und prüfend evaluiert. Weiters wurden jeweils externe Experten auf dem Gebiet der Psychometrie, bzw. der Lernmotivation und Selbstkonzept-Forschung zu Rate gezogen und um kritische Begutachtung der entwickelten und adaptierten Diagnoseinstrumente gebeten. Unter Einbezug der konstruktiven Kritik wurden daraufhin zwei vorläufige Fragebögen zur Baseline-Messung sowie für die Abschlusserhebung erstellt.

Die abschließende Prüfung der Messinstrumente erfolgte schließlich im Rahmen zweier aufeinanderfolgender Pre-Testungen. Hierzu wurden an jeweils einer Schulklasse eines Heidelberger Gymnasiums sowohl die Materialien des Treatments als auch die Testbögen auf ihre Verständlichkeit, Adäquanz bzw. Suggestibilität hin überprüft. Daraufhin wurden unklare und vereinzelt missverständliche Begrifflichkeiten entsprechend modifiziert und durch unmissverständlichere Termini ersetzt. Zudem erhielten sowohl alle eingesetzten Likert-Skalen als auch die Abfragen zur Nutzungsintensität von Computeranwendungen (D3a-f), Internetanwendungen (D4a-f) sowie Satellitenbildern (E1-3) eine zusätzliche "Weiß nicht" - Spalte, um mögliche begrifflich begründete Falschnennungen abzdämpfen. Die Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG wurden hingegen bewusst ohne diese Auswahlmöglichkeit ausgestattet, da hier weitestgehend alle Fragen von jedem Schüler als beantwortbar angenommen werden können, da diese zum Teil allgemein ausfallenden Aussagen auf größtenteils mehrjähriger Vorerfahrung der Probanden aufbauen. Die Vorerfahrungen zum Lernen mit Satellitenbildern oder im Umgang mit dem Computer fallen

hingegen deutlich heterogener aus, wie auch der Prätest gezeigt hat, so dass das Auswahlfeld "Weiß nicht" hier sinnvoll erscheint.

4.5 Materialien der Untersuchung

Die Konzeption der Arbeitsmaterialien wurde im Wesentlichen auf die adressatengemäße Unterstützung der eingesetzten Unterrichtssoftwareprodukte "Diercke Globus Online" und "BLIF" abgestimmt und trägt dabei in besonderem Maße der moderat-konstruktivistischen Form des „Neuen Denkens“ (VAKAN et al. 2007, RIEMEIER, T. 2007) Rechnung. Für die herausfordernden und möglichst authentischen Forschungsaufgaben, die aus der realen Welt stammen, gibt es in der Regel nicht „die Lösung“. Die Lernenden sind gezwungen, sich auf der Suche nach viablen Lösungsmöglichkeiten aktiv mit der jeweiligen geographischen Fragestellung auseinanderzusetzen. Dabei steht das eigenständige und eigenverantwortliche „Forschen“ mit und an realen Satellitenbildern als methodische Aktionsform im Vordergrund. Der Einsatz der Lern- und Arbeitsmaterialien ist dabei stets im Kontext eines gelenkt forschend-entwickelnden Unterrichtssettings zu betrachten. Neben dem Erwerb geographischer Handlungskompetenzen steht auch der Zuwachs an naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen im Vordergrund. Im Sinne einer binnendifferenzierten Konzeption der Lernangebote beschäftigten sich die Schüler zwar mit einer gemeinsamen zentralen Fragestellung. Die Lösungswege und der Tiefgang der jeweiligen Auseinandersetzung fallen jedoch gemäß der divergierenden individuellen Voraussetzungen und Interessen unterschiedlich aus. Weiterhin sind die Aufgaben so entwickelt worden, dass sie dem fachdidaktischen Prinzip: "Vom Nahen zum Fernen" Folge leisten. Die Schüler begannen ihre Forschungs- und Entdeckungsreise im heimischen Schulort. Dort erkundeten sie den Heimatraum "mit den Augen eines Satelliten" in der aus Google Maps & Co vertrauten Echtfarbendarstellung (vgl. Arbeitsmaterial "Bananenplantagen in Costa Rica", Aufgaben: 1a und 1b).

Anschließend reisten die Schüler virtuell in das jeweilige Untersuchungsgebiet und vertieften dort die Auseinandersetzung mit den Satellitenbilddausschnitten. Hierbei stand die "mediale Kommunikation mit [dem] Bild" (HIEBER & LENZ 2007, S. 6) im Vordergrund. Die Schüler setzen sich dabei spielerisch-entdeckend im Sinne des natürlichen Bildverstehens (der Betrachter versucht, vertraute Bildelemente „wieder zu erkennen“) sowie des indikatorischen Bildverstehens (das gezielte Entschlüsseln der Bildinformationen) mit dem Informationsgehalt des Satellitenbildes auseinander (vgl. Arbeitsmaterial "Bananenplantagen in Costa Rica", Aufgaben: 1c-e). Um die eigene Interpretation der Satellitenbilddarstellung (Textur, Struktur und Farben) zu erleichtern, erhielten die Schüler zudem die Möglichkeit, entsprechende thematische Karten der Untersuchungsgebiete multimedial mit einzubinden. (vgl. Arbeitsmaterial "Bananenplantagen in Costa Rica", Aufgaben: 1f-h). Der zentrale nun folgende Bestandteil der

eingesetzten Unterrichtsmaterialien lag in der gezielten Einbindung der Webapplikation "BLIF". Die Schüler lernten mit originalen Satellitenbildern des Typs LANDSAT 5 TM und 7 ETM+ zu agieren und dabei, anfänglich gelenkt aber stets eigenständig, das Darstellungsmedium auszuwerten. Dabei führten die Lernenden zunehmend komplexere Operationen an dem gewählten Satellitenbildausschnitt in arbeitsteiliger Partnerarbeit durch. Diese reichten von der optischen Bildverbesserung des Ausschnittes, über die Auswertung verschiedener Kanalkombinationen bis hin zur Erstellung und Auswertung einer eigenen Landbedeckungskarte, über die Funktion der überwachten Klassifikation (vgl. Arbeitsmaterial "Bananenplantagen in Costa Rica", Aufgaben: 2-10).

In allen Phasen agierte der Lehrer dabei als Lernberater im Hintergrund und unterstützte die Schüler, indem er ihnen half, geeignete Lernstrategien zu entwickeln (vgl. DITTER 2011).

Die zentralen Leitgedanken zum Aufbau und der Konzeption der webbasierten Fernerkundungssoftware "BLIF" sowie die didaktische Zielsetzung der Begleitmaterialien sind im Rahmen der folgenden Veröffentlichungen ausführlich dargestellt worden: vgl. DITTER et al. 2012A, DITTER et al. 2012B, DITTER & SIEGMUND 2012A, DITTER & SIEGMUND 2012B, DITTER 2011, DITTER et al. 2010A, DITTER et al. 2010B, DITTER & SIEGMUND 2010.

In Anlehnung an die Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss (vgl. DGFG 2007) intendierten die Arbeitsmaterialien eine Förderung der geographischen Gesamtkompetenz. Das hierzu erforderliche Zusammenwirken der sechs Kompetenzbereiche, das in diesem Kontext angestrebt wurde, ist in der folgenden Analysespinne dargestellt (vgl. Abb. 8). Auf Grund der deutlichen fernerkundungsmethodischen Ausrichtung der Unterrichtsmaterialien zeigt die Analysespinne eine auffallende Gewichtung hin zu dem Kompetenzbereich "Erkenntnisgewinnung und Methoden". Die Förderung raumbezogener Handlungskompetenz als das Leitziel des Geographieunterrichts ist in dem übergeordneten Bereich Handlung dargestellt. Die Förderung dieser Kompetenz war auch ein zentrales Ziel der Lernmaterialien. Da die Beschäftigung mit entsprechenden Fragestellungen jedoch überwiegend über die Zusatzaufgaben in den anschließenden Unterrichtsstunden erfolgte, erscheint die Ausprägung dieser Kompetenz in der Analysespinne geringer (vgl. Arbeitsmaterial "Bananenplantagen in Costa Rica", Zusatzaufgaben: M1 bis M3). Die verbleibenden zu fördernden Kompetenzbereiche "Fachwissen", "Räumliche Orientierung", "Kommunikation" und "Beurteilung/Bewertung" besitzen einen vergleichbar hohen Stellenwert in der Aufgabenkonzeption und werden entsprechend hoch in der Analysespinne eingeordnet.

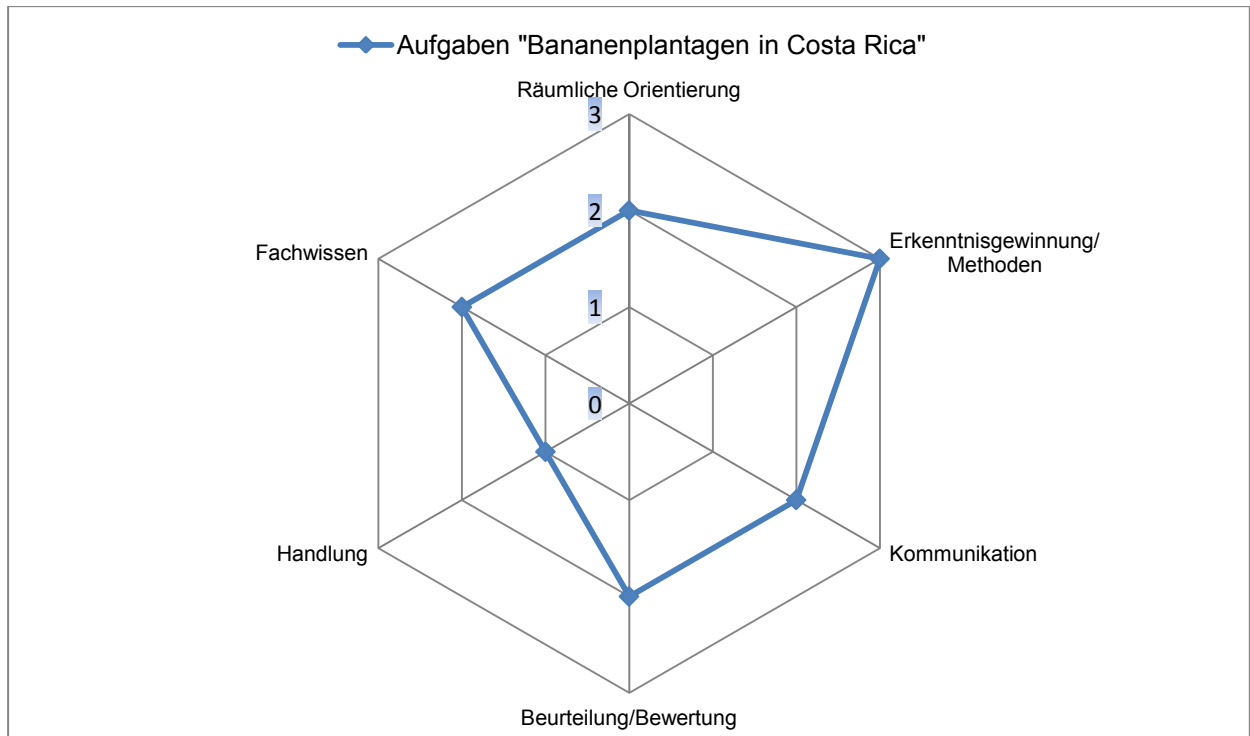


Abb. 8: Analyse spinne zur Einordnung und Überprüfung kompetenzorientierter Aufgaben im Geographieunterricht am Beispiel der Lernmaterialien "Bananenplantagen in Costa Rica"

4.6 Methodisches Vorgehen der Datenauswertung

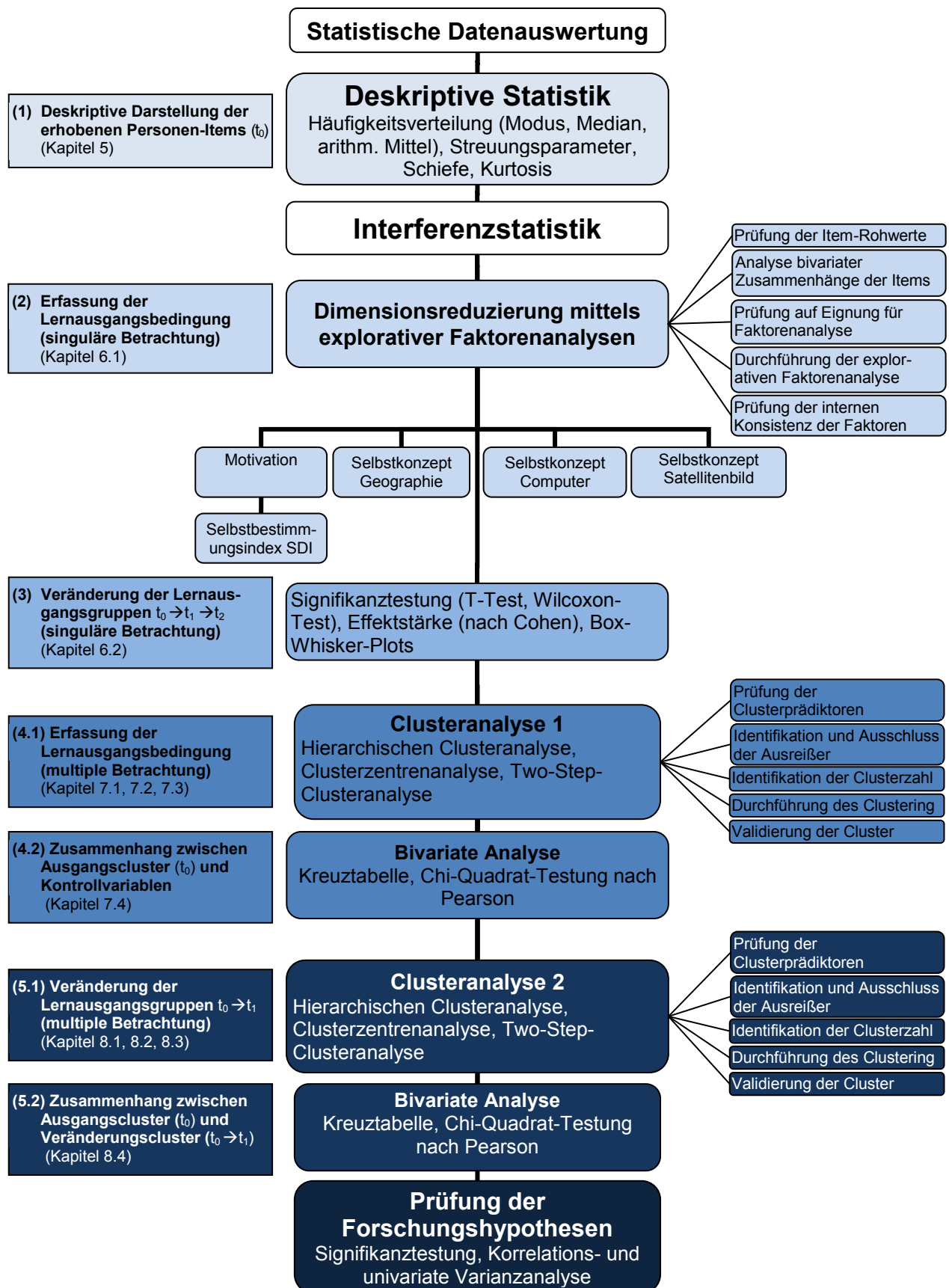


Abb. 9: Organigramm zur statistisch - methodischen Datenauswertung

Auf Grundlage des dargestellten Untersuchungsgegenstandes wird im Folgenden die Auswertung der empirischen Datenbasis dargestellt. Die Analyse der Daten folgte in wesentlichen Zügen dem in Abb. 9 dargestellten Analyseorganigramm.

In einem ersten Schritt werden grundlegende Parameter der Untersuchung unter der Verwendung deskriptiver Verfahren skizziert (Kapitel 5). Hierzu werden primär univariate Verfahren eingesetzt. Die Daten werden dabei anhand ihrer Häufigkeitsverteilung und Maße der zentralen Tendenz sowie entsprechender Standardabweichungen und Datenvarianzen beschrieben.

Im Kapitel 6 folgt eine singuläre Betrachtung der Veränderung der gewählten Lernoperatoren. Hierzu kommen sowohl bi- als auch multivariate Verfahren zur Anwendung. Um potentielle Veränderungen im Bereich der Lernmotivation, des akademischen Selbstkonzeptes sowie der computer- und satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen bei den untersuchten Probanden statistisch zu erfassen, erfolgt die interferenzstatistische Datenanalyse in zwei Stufen.

Auf Grund der Heterogenität der teilnehmenden Schüler werden in der ersten Phase der Analyse die multiplen Lernausgangsbedingungen der Probanden erfasst (vgl. Kapitel 6.1). Hierzu werden mit Hilfe Korrelationsmatrizen sowie über Faktorenanalysen die theoretisch abgeleiteten Konstrukte „Lernmotivation“ (MÜLLER et al. 2007) und „Selbstkonzept“ (DICKHÄUSER et al. 2002) validiert. Es wird überprüft, ob sich die apriori gesetzten theoretischen Dimensionen der beiden Konstrukte in dem hier skizzierten Forschungssetting ableiten lassen. Neben der ausführlichen Prüfung der Item-Rohwerte, erfolgt eine Analyse bivariater Zusammenhänge der gewählten Items sowie die Prüfung auf Eignung der Testkennwerte für die anschließende faktorenanalytische Untersuchung. Im Zuge dieser wird eine Dimensionsreduzierung der Items mittels explorativer Faktorenanalyse über Hauptkomponenten-Extraktion und Varimax-Rotation durchgeführt, validiert und analysiert.

In einem zweiten Schritt wird die Veränderung der einzelnen Lernprädiktoren über die drei Messzeitpunkte t_0 (Prätest), t_1 (Posttest1) und t_2 (Posttest2) betrachtet und die auftretenden Mittelwertunterschiede einer Signifikanzprüfung und Effektstärkenbestimmung nach Cohen unterzogen. Weiters wird die Veränderung der Streuungs- und Lagemaße der Lernprädiktoren im Laufe der Studie mittels der Analyse geschlechtsdifferenzierender Box-Whisker-Plots untersucht (vgl. Kapitel 6.2).

Um mögliche Wirkzusammenhänge der singulär betrachteten Untersuchungsvariablen aufzudecken und dadurch differenzierte Ausgangstypen erfassen zu können, werden diese im Kapitel 7 einer clusteranalytischen Betrachtung unterzogen. Im Zuge dieser multivariaten Analysemerkmale werden neben der Hierarchischen Clusteranalyse, die Clusterzentrenanalyse und insbesondere die Two-Step-Clusteranalyse eingesetzt (vgl. Kapitel 7.1 bis 7.3).

Anschließend erfolgt die Prüfung möglicher Zusammenhänge zwischen den ermittelten Clustertypen und den erhobenen unabhängigen Variablen. Für diese bivariate Analyse werden einerseits Kreuztabellen verwendet und andererseits erfolgt eine statistische Überprüfung einer möglichen Abhängigkeit zwischen den Nutzertypen und den jeweiligen Kontrollvariablen mittels einer Chi-Quadrat-Testung nach Pearson (vgl. Kapitel 7.4).

Zur möglichst detaillierten Erfassung der Veränderungen der Lernausgangsbedingungen werden im abschließenden methodischen Kapitel, im Zuge einer erneut dreistufigen statistischen Analyse, Veränderungscluster der Schüler erstellt (vgl. Kapitel 8.1 bis 8.3).

Diese Veränderungstypen werden dann in Kapitel 8.4 in einem letzten methodischen Schritt mit den Ausgangsclustern verglichen. Diese bivariate Zusammenhangsanalyse der beiden Clustertypisierungen erfolgt mittels kreuztabellarischer Betrachtung und erneuter Chi-Quadrat-Prüfung nach Pearson.

Die genauen Prüfverfahren werden in jeweils ausführlicher Form zu Beginn beziehungsweise im Laufe der jeweiligen Kapitel 6, 7 und 8 dargestellt.

5 Ergebnisse der deskriptiven Datenauswertung zur Analyse der Lernwirksamkeit digitaler FE-Methoden

5.1 Überblick: Statistische Auswertung

Im folgenden Kapitel werden die wesentlichen deskriptiven statistischen Kennwerte der Untersuchung dargestellt. Dabei wird neben der Illustration der Verteilung und Häufigkeit allgemeiner Personen-Items (siehe Fragebogen im Anhang, Kapitel "A") auch allgemeine Daten der Baseline-Messung zur Einschätzung der eigenen Fähigkeit im Umgang mit dem Computer (Fragebogen, Kapitel "D") sowie die Erfahrungen im Umgang mit Satellitenbildern (Fragebogen, Kapitel "E") betrachtet. Die motivationalen Items zum Lernen mit Satellitenbildern (Fragebogen, Kapitel "B") sowie die Fragen zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Erdkunde/EWG (Fragebogen, Kapitel "C") werden auf Grund ihrer zentralen Bedeutung im Kontext der voranstehenden Forschungsfragen im nachfolgenden Kapitel, der interferenzstatistischen Datenauswertung, gesondert behandelt. Gleiches gilt für die Items zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer (Fragebogen, Kapitel "D6") sowie für die Parameter zur Selbsteinschätzung der Probanden im Umgang mit Satellitenbildern (Fragebogen, Kapitel "E6").

Die deskriptive Darstellung der Untersuchungsergebnisse erfolgt chronologisch zu ihrer Erhebung im Fragebogen. Die Datengrundlage stellt dabei die dem Treatment 1 vorausgehende Baseline-Messung dar.

5.2 Allgemeine Merkmale der Untersuchungsteilnehmer (gemäß Fragebogen, Kapitel "A")

5.2.1 Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsteilnehmer

Insgesamt haben 322 Schüler im Alter von 11 bis 18 Jahren an der Untersuchung teilgenommen. Von der Gesamtzahl der Versuchsprobanden haben zudem 132 Schüler auch an dem folgenden zweiten Treatment partizipiert. Dementsprechend haben 41,0% der Untersuchungsteilnehmer an zwei Treatments (davon eines in der eigenen Schule) mitgewirkt, wohingegen 59,0% der Probanden lediglich am ersten, außerschulischen Treatment mitgewirkt haben. Die folgende Darstellung zur Alters- und Geschlechtsverteilung der Probanden (vgl. Abb. 10) zeigt, dass knapp 75% der untersuchten Schüler zum Erhebungszeitpunkt 13-16 Jahren alt waren. Mit einem Anteil von 23,9% an der Gesamtgruppe stellen die 13-jährigen Schüler die größte Subgruppe dar. Weiterhin gilt für einen zufällig ausgewählten Probanden der Untersuchung, dass dieser mit größter anzunehmender Wahrscheinlichkeit männlich wäre, eine 7.Klasse eines Gymnasiums besuchen würde und zudem in Deutschland geboren wäre. Betrachtet man das arithmetischen Mittel der Variable "Alter", so ist der

Untersuchungsteilnehmer hingegen 14,38 Jahre alt und besucht gemäß dem Verteilungsmedian eine 9.Klasse. Die Geschlechtsverteilung ist als weitgehend gleichverteilt zu bezeichnen. Mit einem Anteil von 52,8% liegt ein leichter Überhang männlicher Versuchsprobanden vor. Dieser fällt erkennbar im Alter von 13 bis 15 Jahren etwas ausgeprägter aus. Bei den 16- und 18-Jährigen überwiegt hingegen der Anteil an weiblichen Teilnehmerinnen.

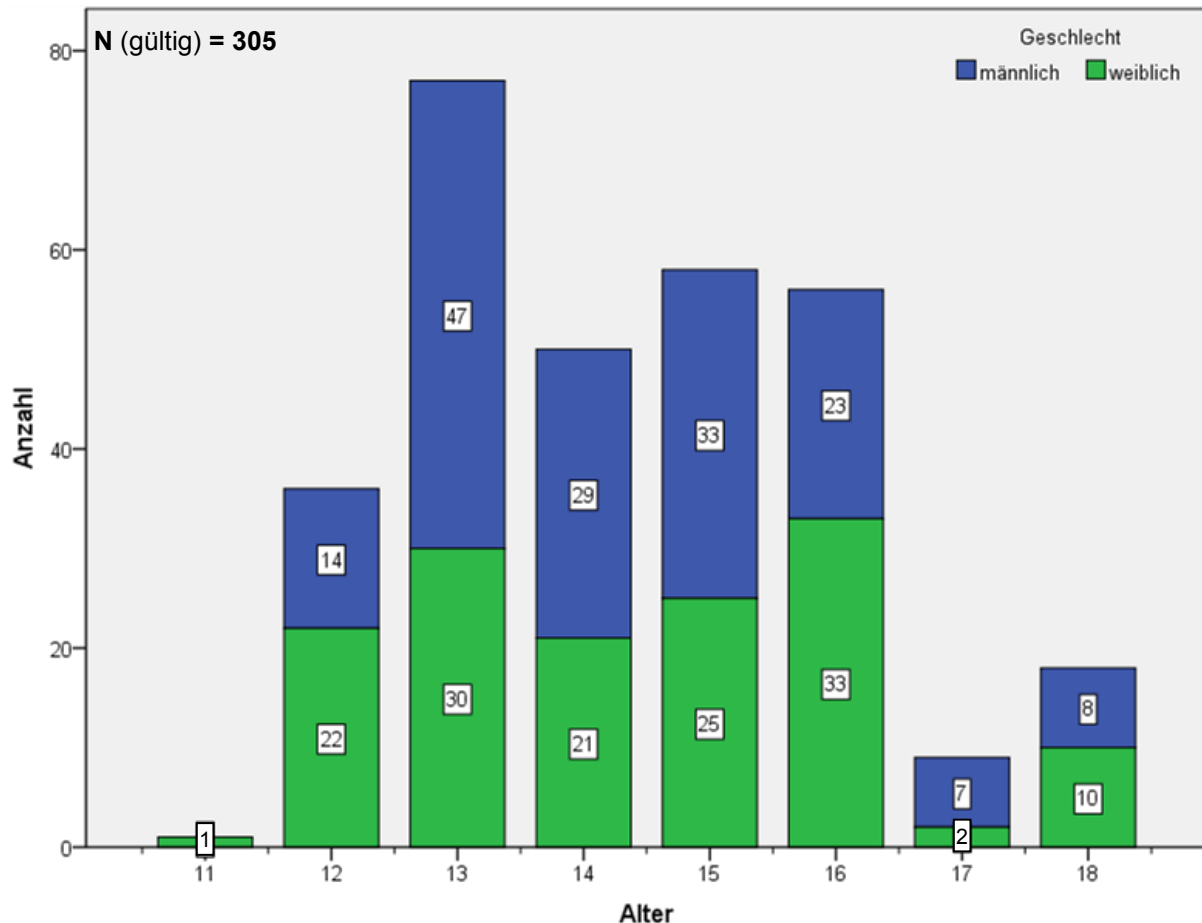


Abb. 10: Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsteilnehmer

5.2.2 Schularten und Schulstufenverteilung der Untersuchungsteilnehmer

Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsteilnehmer, gruppiert nach der jeweiligen Klassenstufe und Schulart (vgl. Abb. 11), so zeigt sich schulartenübergreifend zwar annähernd eine Gleichverteilung der Probanden innerhalb der Sekundarstufe 1 (von Klasse 7 bis Klasse 10) - der Hauptzielgruppe dieser Untersuchung. Bei schulartendifferenzierender Betrachtung fällt hingegen eine gewisse Asynchronität der Verteilung auf. Die stärkste Subgruppe der Untersuchung (Klasse 7) setzt sich ausnahmslos aus Schülern des Gymnasiums zusammen. Wohingegen die Probanden der neunten Klasse allesamt aus der Realschule rekrutiert wurden. Die Klassenstufe 8 setzte sich paritätisch aus je einer Lerngruppe der Realschule sowie des Gymnasiums zusammen. Die zehnte Klasse wird wiederum durch

zwei gymnasiale Gruppen und eine Realschulklasse repräsentiert. Wohingegen die Oberstufe schulsystembedingt nur von Schülern des Gymnasiums vertreten wird. An dem schulinternen zweiten Treatment haben sich zwei 7. Klassen sowie eine 10. Klasse des Gymnasiums beteiligt. Die Realschule wurde durch eine 8. Klasse sowie eine 9. Klasse vertreten.

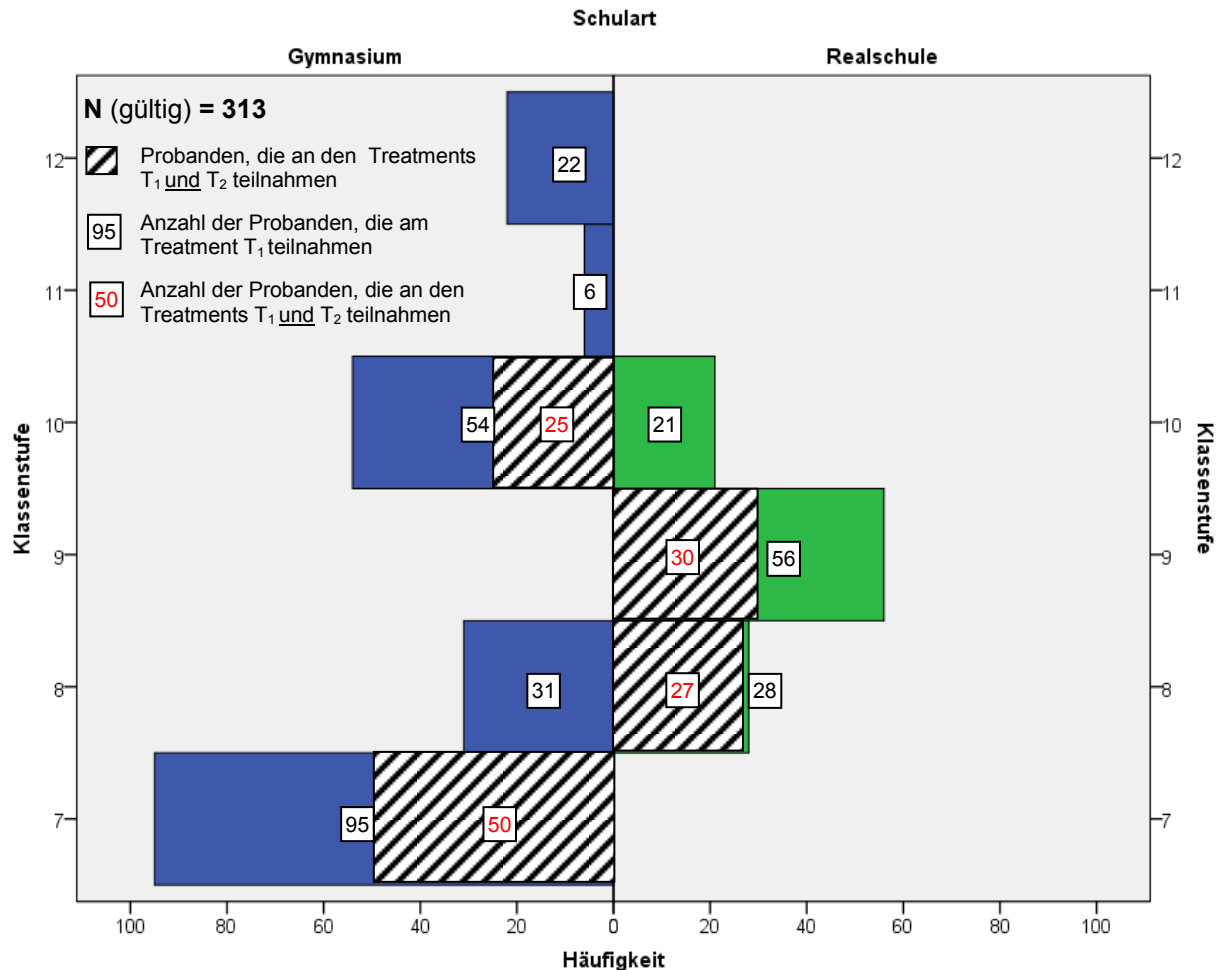


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsteilnehmer nach Klassenstufe (schulartendifferenziert)

5.2.3 Geburtsland der Probanden und deren Eltern

Bei der Abfrage des Geburtslandes der Schüler beziehungsweise ihrer Eltern zeigt sich eine auffallende Mononationalität. Gemäß der Selbstauskunft der Schüler sind 192 Schüler des Gymnasiums ($\hat{=}$ 96,0%) und 98 Schüler der Realschule ($\hat{=}$ 93,3%) in Deutschland geboren.

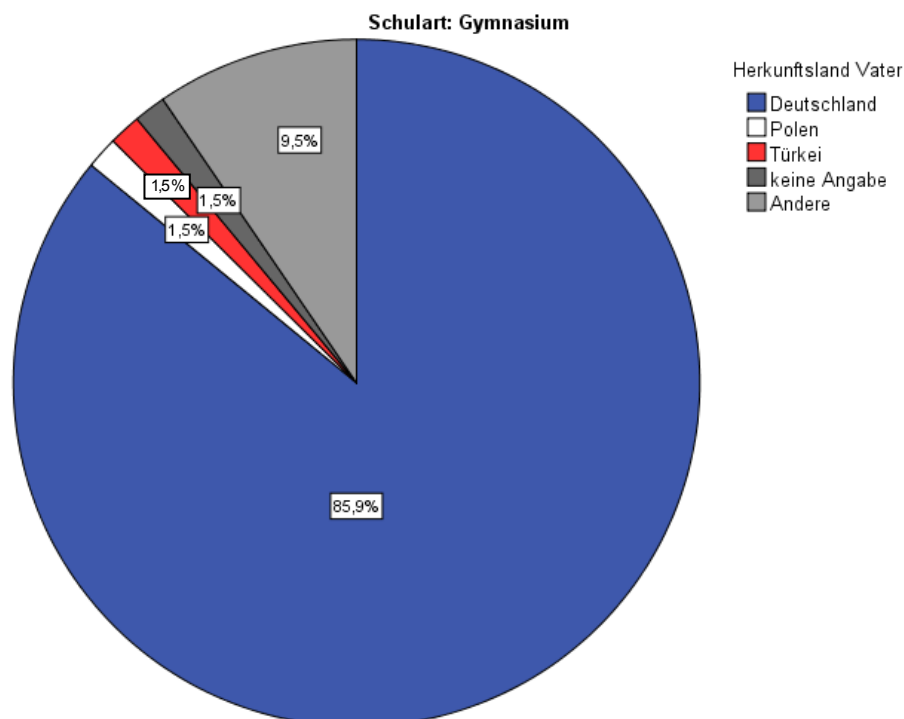
Vergleicht man die jeweiligen Anteile, der im Ausland geboren Schüler mit den statistischen Landesdaten des Vergleichsjahres, so lässt sich eine statische Ähnlichkeit und eine damit verbundene Repräsentativität der Probanden vermuten. Im Schuljahr 2010/11 verzeichneten die Gymnasien Baden-Württembergs einen Anteil ausländischer Schüler von 4,5%, wohingegen in den Realschulen ein Ausländeranteil von 8,8% festzustellen war (http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BildungKultur/Indikatoren/AS_auslaender.asp; 1.08.2012). Dennoch ist der Vergleich mit Vorsicht zu genießen, da das Geburtsland und der statistische Vergleichsindikator

der Staatsangehörigkeit in vielen Einzelfällen nicht kongruent sein müssen. 22,2% der ausländischen Bevölkerung in Baden-Württemberg wurde beispielsweise in Deutschland geboren, besitzt aber eine ausländische Staatsangehörigkeit (Auszählungstichtag: 31.12.2009; http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Veroeffentl/Statistische_Berichte/3124_09001.pdf#search=geburtsland; 1.08.2012).

Die Abfrage nach dem Geburtsland der Eltern liefert demzufolge ein aussagekräftigeres Bild,

was die Multi- bzw. Interkulturalität der Versuchsprobanden angeht. Bei der Abfrage nach dem Geburtsland der Väter (vgl. Abb. 12) verzeichnen beide Schularten nach wie vor einen hohen Anteil an deutschstämmigen Vätern. Nach Auskunft der gymnasialen Untersuchungsteilnehmern wurden 171 der Väter ($\hat{=}$ 85,9%) in Deutschland geboren. Je drei der väterlichen Elternteile sind gebürtige Polen, bzw. Türken. Jeweils zwei Schüler machten die Angabe, dass ihre Väter in je einem der folgenden Ländern geboren wurden: Rumänien, Russland, Italien und Spanien. Jeweils ein Schüler notierte als Geburtsland des Vaters eines der folgenden Nationen: Venezuela, Niederlande, Schweiz, Kasachstan, Guadeloupe, Brasilien, Kroatien, Ungarn, Syrien, Österreich und Bulgarien.

Bei den Probanden der Realschule ist der multikulturelle Hintergrund auf väterlicher Seite etwas ausgeprägter. 76 Realschüler ($\hat{=}$ 72,4%) äußerten, dass ihr Vater in Deutschland geboren sei. Das am zweithäufigsten genannte Geburtsland ist mit 14 ($\hat{=}$ 13,3%) Nennungen und damit großem Abstand die Türkei. Mit drei Nennungen folgt gemäß der Schülerangaben Polen. Jeweils zwei Nennungen entfielen auf Italien, Iran und Spanien. Wohingegen jeweils ein Realschüler als väterliches Geburtsland die Niederlande, USA, Kasachstan bzw. Jordanien nannte.



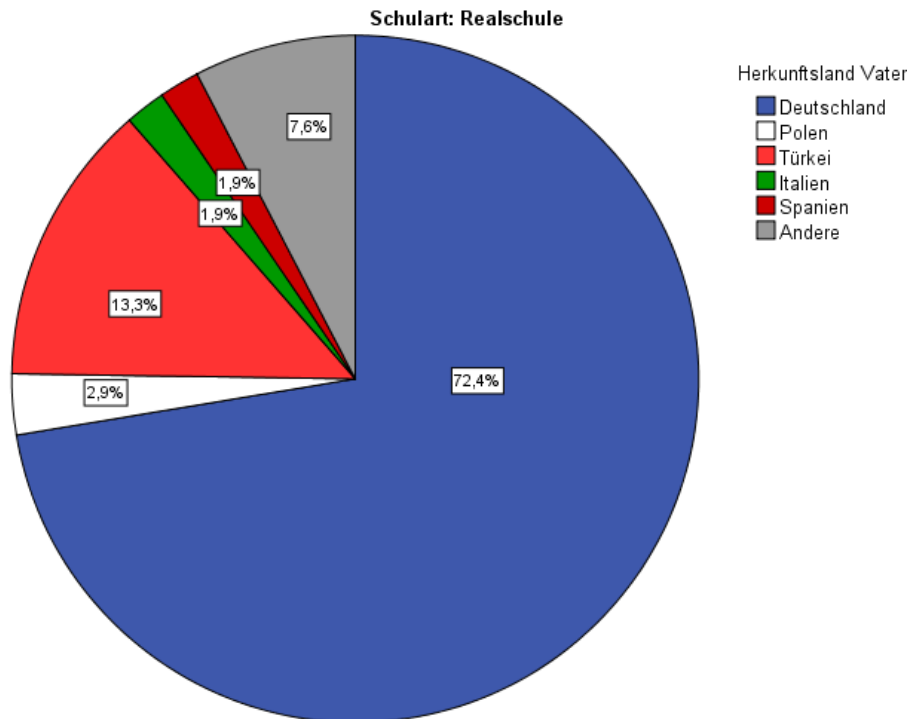


Abb. 12: Geburtsland des Vaters der Untersuchungsteilnehmer (schulartendifferenziert)

Eine ähnliche prozentuale Verteilung zeigt die Darstellung zum Geburtsland der Mutter, welches ebenso auf den Angaben der Schüler beruht (vgl. Abb. 13). 174 Untersuchungsteilnehmer des Gymnasiums ($\hat{=}$ 87,0%) gaben an, dass das Deutschland das Geburtsland ihrer Mutter sei. Mit weitem Abstand folgen Polen, mit vier Nennungen, die Türkei mit drei Nennungen, sowie Rumänien und Russland mit je zwei Nennungen. Je ein Schüler notierte die Schweiz, Italien, Kasachstan, Brasilien, Spanien, Kroatien, Ungarn, China, Korea, Bulgarien bzw. Chile als das mütterliche Geburtsland.

Bei den untersuchten Realschülern erscheint die Dominanz von Deutschland (78 Schüler; 74,3%) als dem angegebenen Herkunftsland der Mutter weniger dominant. Als das am zweithäufigsten genannte Geburtsland folgt mütterlicherseits auch hier (ähnlich wie beim Vater) die Türkei mit 12 Nennungen ($\hat{=}$ 11,4%). Danach folgen mit drei Nennungen Polen und Spanien, sowie Russland mit zwei Nennungen. Je einmal wurde Iran, USA, Thailand, Ägypten, Niederlande und Jordanien als die mütterliches Geburtsland genannt.

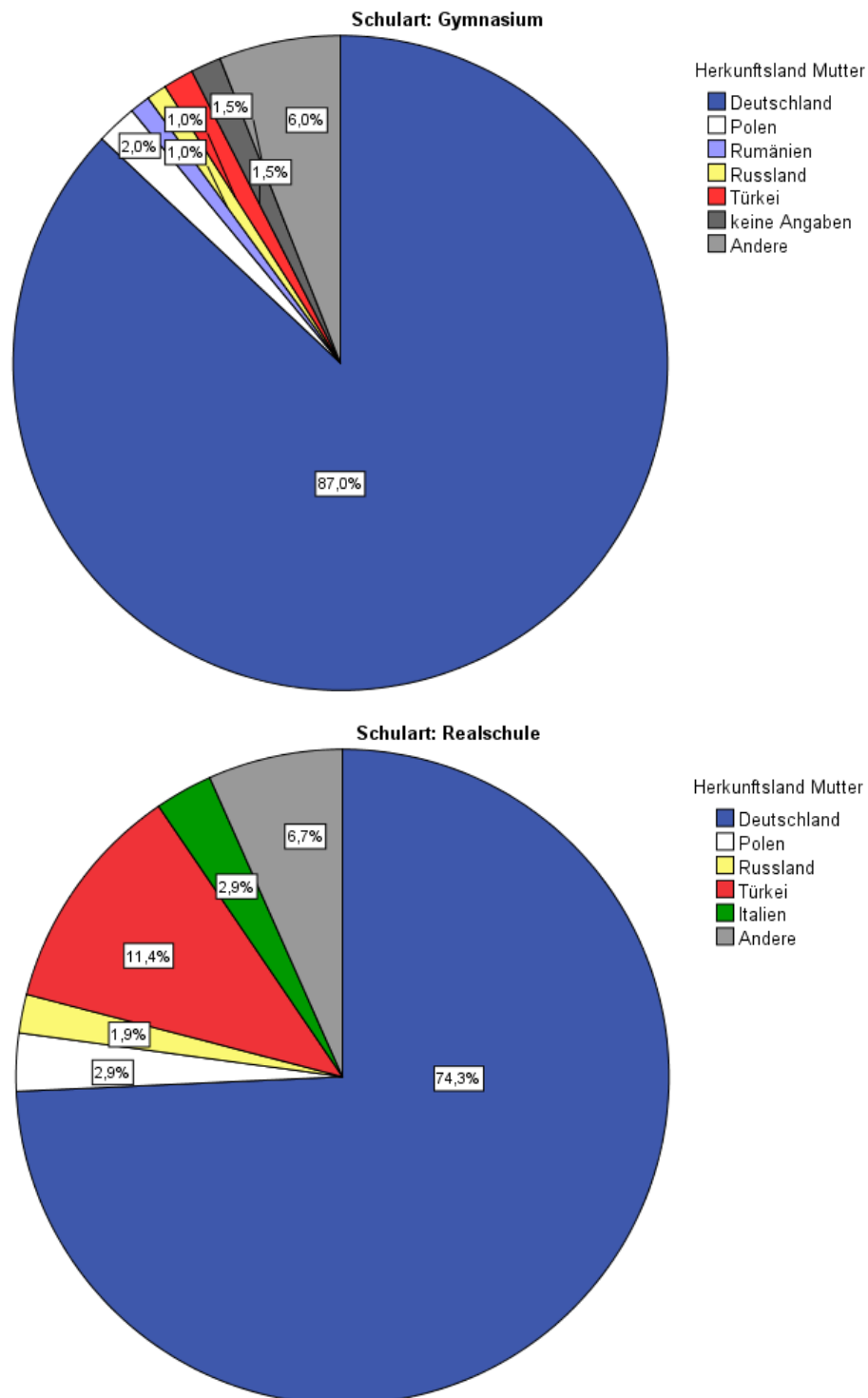


Abb. 13: Geburtsland der Mutter der Untersuchungsteilnehmer (schulartendifferenziert)

5.2.4 Schuljahresnoten der Untersuchungsteilnehmer im Vergleich

Eine der zentralen unabhängigen Untersuchungsvariablen stellen die jeweiligen Fachleistungen, operationalisiert durch die Schuljahresnoten, dar. Diese werden im Folgenden zunächst als tabellarische Vergleichsgröße in Form der Notenmittelwerte sowie der dazugehörigen Standardabweichung dargestellt (siehe Tab. 2 und Tab. 3). Im Anschluss an die

überblicksartige Zusammenfassung erfolgt dann die ausführliche Betrachtung der Leistungsbeurteilungen in den einzelnen Fächern/Fächerverbünden anhand der entsprechenden Säulendiagramme Abb. 14 bis Abb. 21.

Betrachtet man den geschlechtsunabhängigen Vergleich der Schulnoten (vgl. Tab. 2), so fällt zunächst der in allen Fächern/Fächerverbünden schlechtere Mittelwert der an der Untersuchung partizipierenden Realschüler auf. Andererseits zeigt sich, dass das mit Abstand leistungsbeste Fach (bzw. Fächerverbund) des Gymnasiums: Physik/NWA die im Schnitt schlechtesten Noten an der Realschule aufzuweisen hat. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass Häufigkeitsverteilung der Untersuchungsteilnehmer in den jeweiligen Schularten und deren Klassenstufen sehr unterschiedlich ausfällt und damit eine reliable Vergleichbarkeit nur in Ansätzen gegeben ist.

Prüft man die Mittelwerte des Faches Geographie/ bzw. des Fächerverbundes EWG, so fällt das, auf Basis des hier zu Grunde liegenden Fächervergleiches, positive Abschneiden des Brückenfaches auf. Zudem zeigt das Fach/der Fächerverbund die erkennbar niedrigste Variabilität innerhalb des Notenspektrums, operationalisiert durch die Standardabweichung (vgl. Tab. 22). Das Fach Mathematik rangiert sowohl bei der Mittelwertbetrachtung als auch bei der Betrachtung der einzelnen Streuungsmaße im hinteren Bereich. Insgesamt fallen trotz der erkennbaren statistischen Unterschiede die jeweiligen Mittelwert- Abstände der vier Fächer zueinander eher moderat bis gering aus. Vergleicht man hingegen die Mittelwerte der Schularten in den einzelnen Fächern/Fächerverbünden miteinander, so erscheint die Differenz deutlich auffälliger.

Schulart		Geographie/ EWG	Deutsch	Mathematik	Physik/ NWA
Gymnasium	Mittelwert	2,52	2,57	2,57	2,23
	N (gültig)	190	198	198	187
	Standardabweichung	0,782	0,833	0,919	0,877
Realschule	Mittelwert	2,78	2,82	2,90	2,94
	N (gültig)	104	104	104	104
	Standardabweichung	0,607	0,650	0,819	0,722
Insgesamt	Mittelwert	2,61	2,66	2,69	2,49
	N (gültig)	294	302	302	291
	Standardabweichung	0,734	0,783	0,898	0,892

Tab. 2: Schuljahresnoten insgesamt und schulartendifferenziert

Legt man zudem einen geschlechtsdifferenzierten Blick auf die Jahresnoten (vgl. Tab. 3), so relativiert sich das vorherige Gesamtergebnis wiederum etwas. Es zeigt sich eine erkennbare leistungsbezogene Diskrepanz von den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zum Unterrichtsfach "Deutsch". Die männlichen Versuchsteilnehmer zeigen durchwegs schlechtere

Noten im Fach Deutsch und bessere Leistungsbeurteilungen im Fach/Fächerverbund Physik/NWA als ihre weiblichen Klassenkameradinnen. Im Fach Mathematik werden die besseren Noten der gymnasialen Schülerinnen durch die schlechteren Zensuren der Realschülerinnen nivelliert, so dass sich in der Gesamtdarstellung ein identischer Mittelwert errechnet. Geographie bzw. EWG erscheint bezogen auf den Mittelwert auch bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung statistisch unauffällig. Beim Mittelwertvergleich der Schulnoten belegt das Brückenfach fast ausnahmslos die mittlere Platzierung und liegt damit auf dem Niveau der Gesamtnote. Auffällig hingegen ist die durchgehend geringe Varianz innerhalb des Notenspektrums in dem raumwissenschaftlichen Unterrichtsfach (vgl. Abb. 14).

Geschlecht	Schulart		Geographie/ EWG	Deutsch	Mathematik	NWA	Gesamt- note
männlich	Gymnasium	Mittelwert	2,62	2,82	2,62	2,21	2,54
		N	95	102	102	92	87
		Standardabweichung	0,840	0,837	0,902	0,833	0,639
	Realschule	Mittelwert	2,73	2,84	2,84	2,77	2,80
		N	56	56	56	56	56
		Standardabweichung	0,646	0,682	0,848	0,732	0,519
	Insgesamt	Mittelwert	2,66	2,83	2,67	2,43	2,64
		N	151	158	158	148	143
		Standardabweichung	0,774	0,784	0,887	0,842	0,606
weiblich	Gymnasium	Mittelwert	2,41	2,30	2,52	2,25	2,36
		N	95	96	96	95	94
		Standardabweichung	0,707	0,743	0,940	0,922	0,622
	Realschule	Mittelwert	2,83	2,80	2,98	3,13	2,94
		N	48	48	48	48	48
		Standardabweichung	0,557	0,617	0,785	0,672	0,421
	Insgesamt	Mittelwert	2,55	2,46	2,67	2,55	2,55
		N	143	144	144	143	143
		Standardabweichung	0,688	0,739	0,915	0,940	0,623

Tab. 3: Schuljahresnoten insgesamt und schulartendifferenziert getrennt nach Geschlecht

Die folgenden Diagramme visualisieren das Notenspektrum der Untersuchungsteilnehmer in den Fächer bzw. Fächerverbünden Geographie/EWG (Erdkunde, Wirtschaftskunde und Gemeinschaftskunde), Deutsch, Mathematik sowie Physik/NWA (Naturwissenschaftliches Arbeiten). Die Verteilung der jeweiligen Noten wird sowohl schulartenübergreifend als auch schulartenspezifisch dargestellt. Bei beiden Betrachtungsweisen erfolgt eine geschlechtsdifferenzierende Betrachtung, um mögliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Geschlecht abbilden zu können.

5.2.5 Schulnote Geographie/Erdkunde-Wirtschaftskunde-Gemeinschaftkunde (EWG)

Analog zu der vorherigen tabellarischen Zusammenfassung zeigt die Abb. 14, dass die weiblichen Probanden im Fach Geographie bzw. im Fächerverbund EWG vergleichsweise etwas bessere Noten als ihre männlichen Mitschüler aufweisen können. So stehen 15 männlichen Schülern, welche die Note "vier" oder schlechter als Schuljahresnote angegeben haben nur zehn Schülerinnen mit der Leistungsbeurteilung "ausreichend" gegenüber.

Bei den Probanden des Gymnasiums erscheinen diese geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Benotung noch evidenter. 58,9% der Schülerinnen dieser Schulart erreichten mindestens die Note "gut". Dahingegen erreichten nur 49,5% der männlichen Klassenkameraden eine mindestens gute Leistungsbewertung in Geographie. Von dieser erfreulichen Bewertung distanziert sich die Leistungsbeurteilung der Realschüler im Fächerverbund EWG deutlich. Hier erscheint die Note "befriedigend" als ausgeprägter Modalwert. Eine mindestens gute Leistungsbeurteilung verzeichnen nur 15 männliche ($\hat{=}$ 26,8%) und 12 weibliche Realschüler ($\hat{=}$ 25,0%). Der als annähernd normalverteilt zu interpretierenden Häufigkeitsverteilung (Schiefe = 0,243) der Geographie/EWG Noten bei der schulartenübergreifenden Darstellung (vgl. Abb. 14), steht demzufolge eine rechtsschiefe Verteilung bei den Schülern des Gymnasium (Schiefe = 0,619), sowie eine linksschiefe Verteilung bei den Realschülern (Schiefe = -0,653) gegenüber.

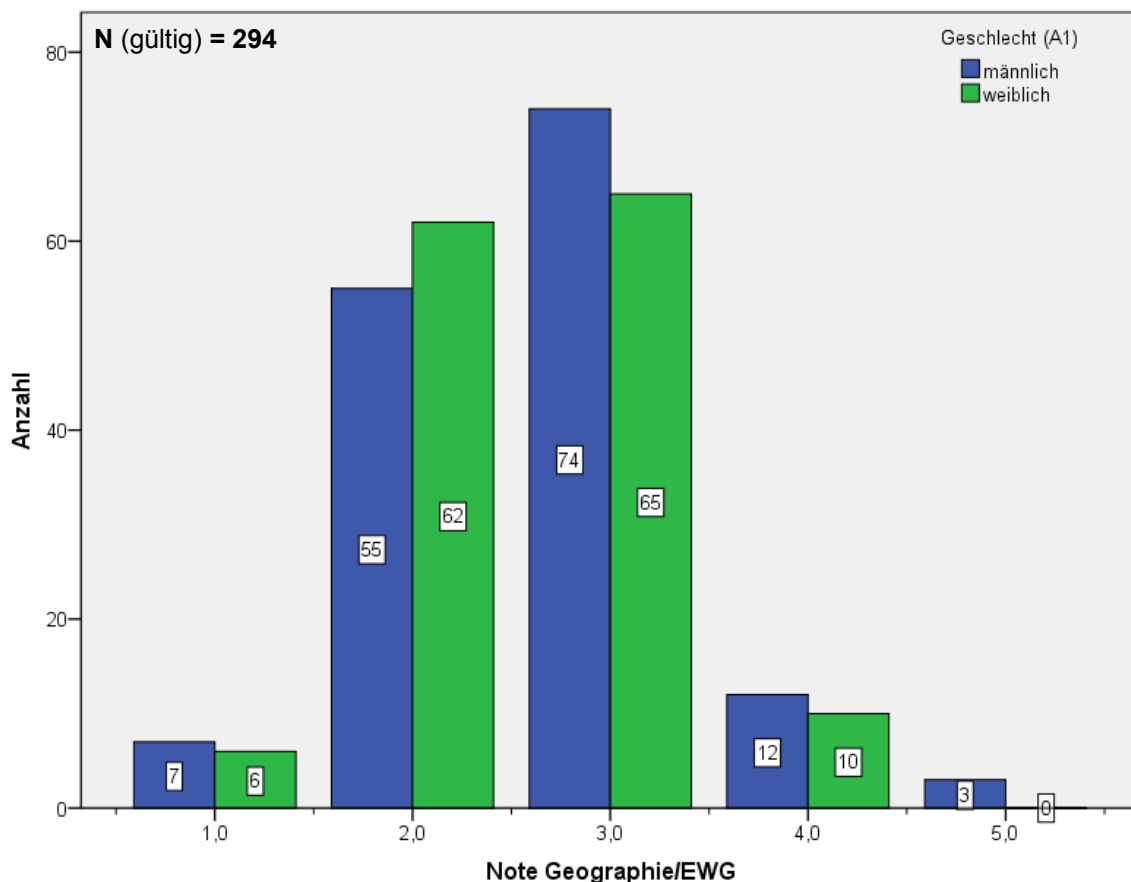


Abb. 14: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im Fach Geographie/EWG (schulartenübergreifend, geschlechtsdifferenziert)

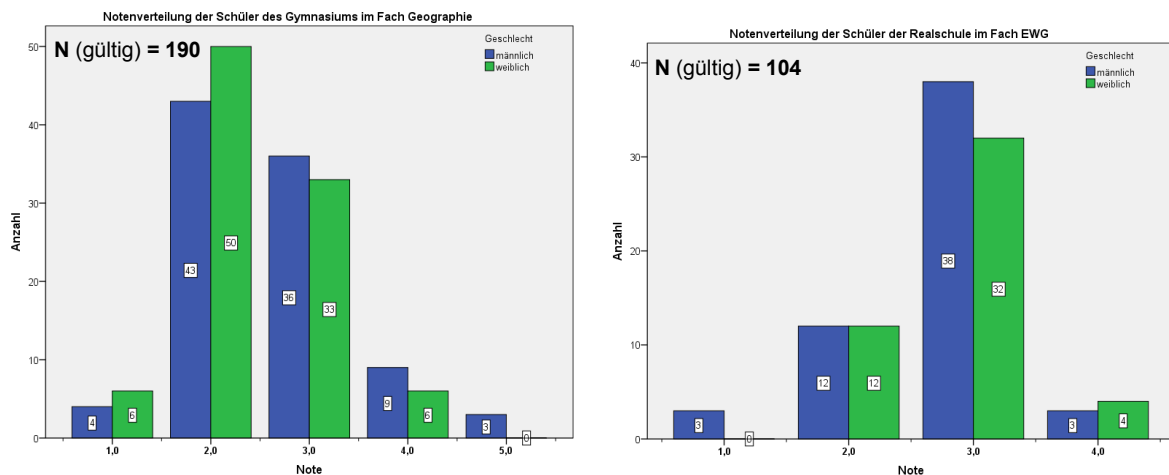


Abb. 15: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fach Geographie/EWG** (schulartendifferenziert, geschlechtsdifferenziert)

5.2.6 Schulnote Deutsch

Betrachtet man die schulartenübergreifende Notenverteilung der Probanden im Fach Deutsch (vgl. Abb. 16), so bestätigen die statistischen Kennwerte für beide Geschlechter zwar den eingipfeligen Verlauf mit dem jeweiligen Median auf der Note "befriedigend". Betrachtet man die Kurtosis der Antwortverteilungen, so lassen sich jedoch geschlechtsspezifische Unterschiede vermuten. Die weiblichen Untersuchungsteilnehmer zeichnen sich eher durch einen leptokurtischen und damit steilgipfeligen Verlauf (Kurtosis = -0,278) aus, wohingegen die männlichen Probanden eine eher platykurtische und damit flachgipfelige Verteilung (Kurtosis = 0,098) aufweisen. Die unterschiedlichen Modalwerte (weiblich: Note "gut", männlich: Note "befriedigend") manifestieren die geschlechtsspezifischen Differenzen nochmals deutlicher. Es zeigt sich bei den weiblichen Probanden ein auffällig höherer Anteil an Lernenden, die im Schuljahreszeugnis die Note "gut" erreichen konnten. 8,3% aller Schülerinnen erlangten im Fach Deutsch sogar die höchste Leistungsbewertung "sehr gut", was gemäß den eigenen Angaben nur 2,5% der männlichen Mitschüler erreichen konnten. Analysiert man die nach Schularten differenzierenden Darstellungen (vgl. Abb. 17), so lassen sich bei den Realschülern keine signifikanten Auffälligkeiten bei der Notenverteilung erkennen. Die Note "befriedigend" stellt für beide Geschlechter den Modus dar. Es zeigen sich zwar mehr männliche Probanden, die die Note "gut" erlangen konnten - gleiches gilt jedoch auch für das andere Ende der Leistungsskalierung in Form der männlichen Dominanz bei der Angabe der Note "ausreichend". Bei den Schülern des Gymnasiums zeigen sich deutlichere geschlechtsspezifische Divergenzen. 61,5% aller Schülerinnen dieser Schulart können der eigenen Angabe zufolge mindestens die Note "gut" vorweisen. Bei ihren männlichen Mitschülern ist dies nur bei 34,3% der Fall. In den Diagrammen drückt sich diese divergente Leistungsbewertung vor allem in den unterschiedlichen Maximal-Peaks der beiden Verteilungen (vgl. Abb. 17) aus. Die Note "gut"

stellt für die weiblichen Versuchsteilnehmer sowohl den Median als auch den Modalwert dar. Bei den männlichen Probanden des Gymnasiums liegen beide Maßzahlen bei der Note "befriedigend".

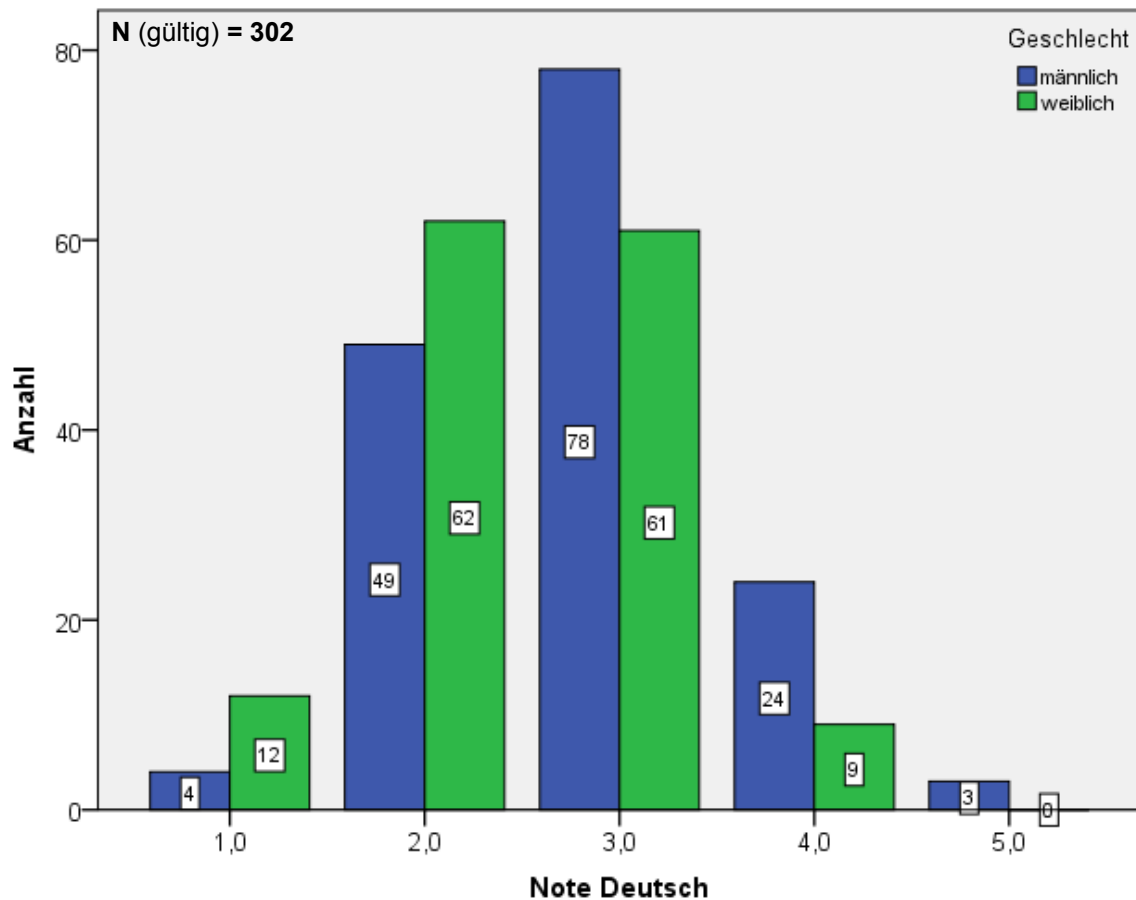


Abb. 16: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fach Deutsch** (schulartenübergreifend, geschlechtsdifferenziert)

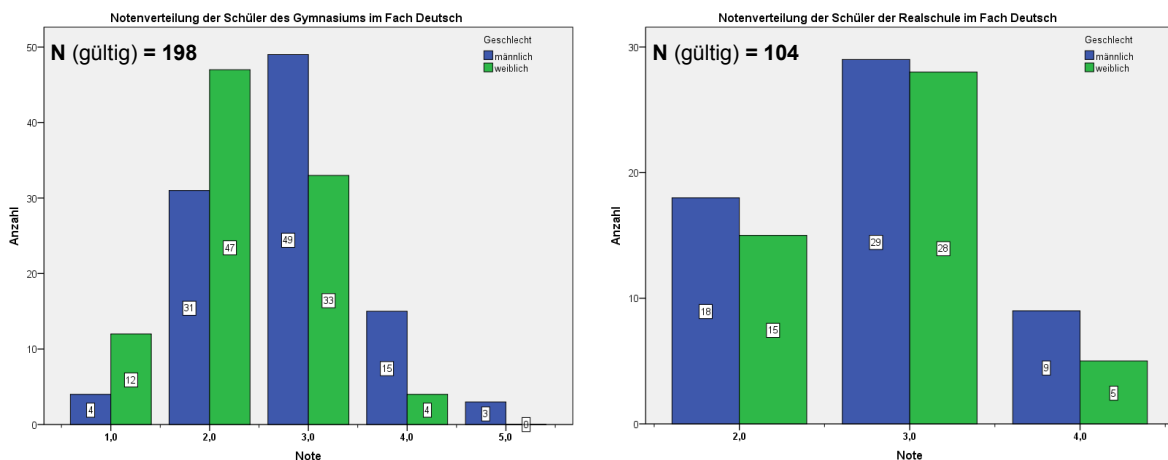


Abb. 17: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fach Deutsch** (schulartendifferenziert, geschlechtsdifferenziert)

5.2.7 Schulnote Mathematik

Die Notenverteilung der Schüler im Fach Mathematik zeigt bei schulartenübergreifender Betrachtung ein annähernd diametrales Bild (vgl. Abb. 18). Obwohl beide Geschlechter jeweils als Median und Modalwert die Note "befriedigend" aufweisen können, erscheint der Maximalpeak bei den Schülerinnen hier wesentlich prägnanter. Dementsprechend lässt sich den weiblichen Versuchsteilnehmern eine eingipfelige und annähernd normalverteilte Messwertverteilung attestieren. Bei den männlichen Mitschülern liegt indessen eine auffällig rechtsschiefe Verteilung (Schiefe = 0,416) vor, die maßgeblich aus der hohen Anzahl der erreichten Leistungseinstufungen der Note "gut" resultiert.

Bei der geschlechts- und schulartendifferenzierten Betrachtung des Notenspektrums in dem mathematischen Unterrichtsfach zeigen sich die auffälligsten Unterschiede bei den Realschülern (vgl. Abb. 189). Bei den männlichen Versuchsteilnehmern lässt sich ein ansatzweise treppenförmiger und damit nicht normalverteilter Verlauf erkennen. Als höchste Stufe beginnt die Abfolge mit 23 Schülern bei der Note „gut“ und endet mit 2 Schülern bei der Leistungsbewertung „mangelhaft“. Die weiblichen Mitschüler zeigen hingegen eine fast symmetrische Notenverteilung mit dem Modalwert im Bereich der Note „befriedigend“. Die gymnasialen Pendanten zeigen ebenso einen geschlechtsabhängig unterschiedlichen Modus, jedoch in umgekehrter Reihenfolge. Die Schülergruppe mit der Note „gut“ als der häufigsten Ausprägung ist in diesem Fall weiblich. Zudem haben 13,5% der Schülerinnen den eigenen Angaben zu Folge die Note „sehr gut“ erreichen können. Dahingegen haben die männlichen Gymnasiasten das erkennbare Maximum der Verteilung bei der Leistungsbewertung „befriedigend“ und nur 8,8% erlangten die Note „sehr gut“. Insgesamt fallen von den 23 Schülern, die die Note "sehr gut" aufweisen können, 22 Nennungen auf das Gymnasium. Damit erreichen 48,5% der untersuchten Schüler dieser Schulart mindestens die Note "gut" im Fach Mathematik. Demgegenüber stehen nur 33,7% der Realschüler, die diese Leistungsbeurteilung erreicht haben.

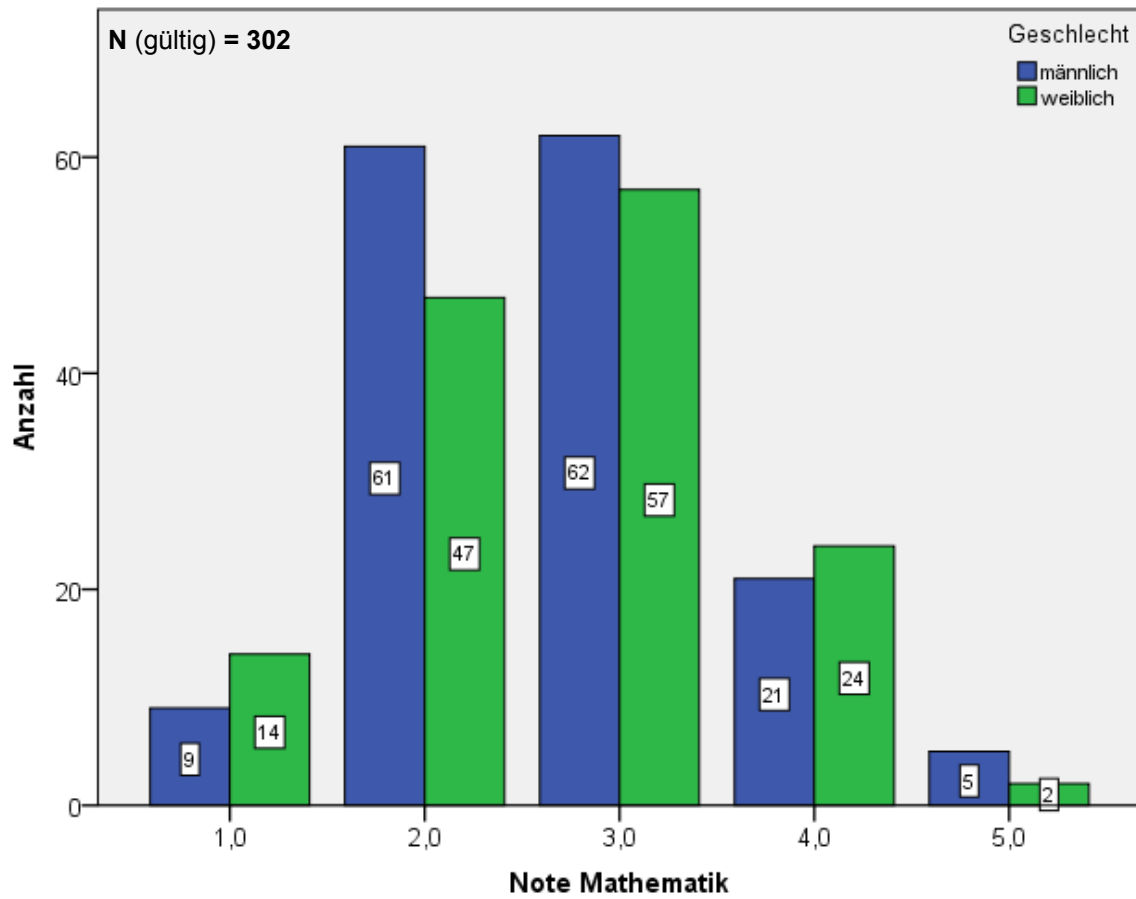


Abb. 18: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fach Mathematik** (schulartenübergreifend, geschlechtsdifferenziert)

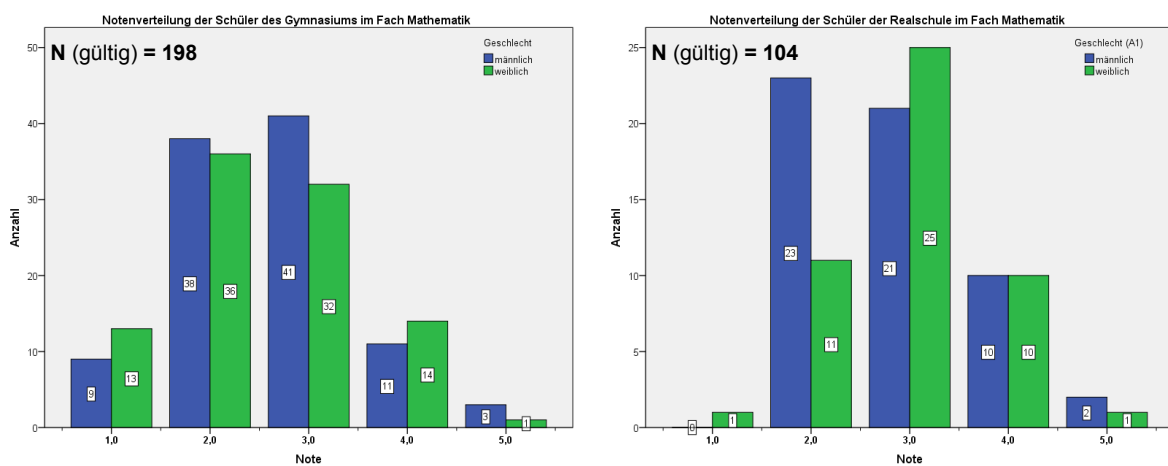


Abb. 19: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fach Mathematik** (schulartendifferenziert, geschlechtsdifferenziert)

5.2.8 Schulnote Physik/Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA)

Betrachtet man die schulartenübergreifende Notenverteilung der Schüler im Fach Physik bzw. im Fächerverbund NWA (vgl. Abb. 20), so erscheinen auch hier die männlichen Versuchsteilnehmer auf den ersten Blick deutlich bessere Leistungsbewertungen aufweisen zu können. Sowohl der Median als auch der Modus liegt bei den männlichen Teilnehmern im Bereich der Note "gut". Die weiblichen Pendants weisen hier jeweils Maßzahlen aus, die um einen Notenwert schlechter liegen. Der Grund hierfür liegt vor allem an der höheren Quantität an männlichen Probanden, welche die Notenstufe "gut" erreicht haben, bei gleichzeitig kleiner Anzahl an Versuchsteilnehmern mit der Leistungseinstufung "ausreichend".

Bei der nach Schularten differenzierten Betrachtung (vgl. Abb. 21) relativieren sich diese Befunde jedoch ein Stück weit. Hier zeigt sich, dass bei den Gymnasiasten kaum geschlechtsspezifische Auffälligkeiten vorliegen. Die Verteilung des Notenspektrums erscheint hier weitestgehend homogen über alle Noten hinweg. Ein ganz anderes Bild liefert das Verteilungsdiagramm der Realschüler. Neben dem insgesamt schlechteren Abschneiden in dem naturwissenschaftlichen Fächerverbund als bei der gymnasialen Vergleichsgruppe zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern. So konnten 43,5% der untersuchten männlichen Realschüler mindestens die Note "gut" erlangen. Dies gelang jedoch nur 16,7% der weiblichen Mitschüler. Diese zeigen zudem im Abschneiden mit der Note "ausreichend" eine mit 29,2% merklich höhere Quote am unteren Ende der Notenskalierung, im Gegensatz zu 16,1% bei den männlichen Schülern. Demzufolge divergieren mit dem Modalwert ($Mo_{\text{männlich}} = 2$; $Mo_{\text{weiblich}} = 3$) und dem arithmetischem Mittel ($m_{\text{männlich}} = 2,77$; $m_{\text{weiblich}} = 3,13$) zwei bedeutsame Maßzahlen der zentralen Tendenz auch deutlich voneinander.

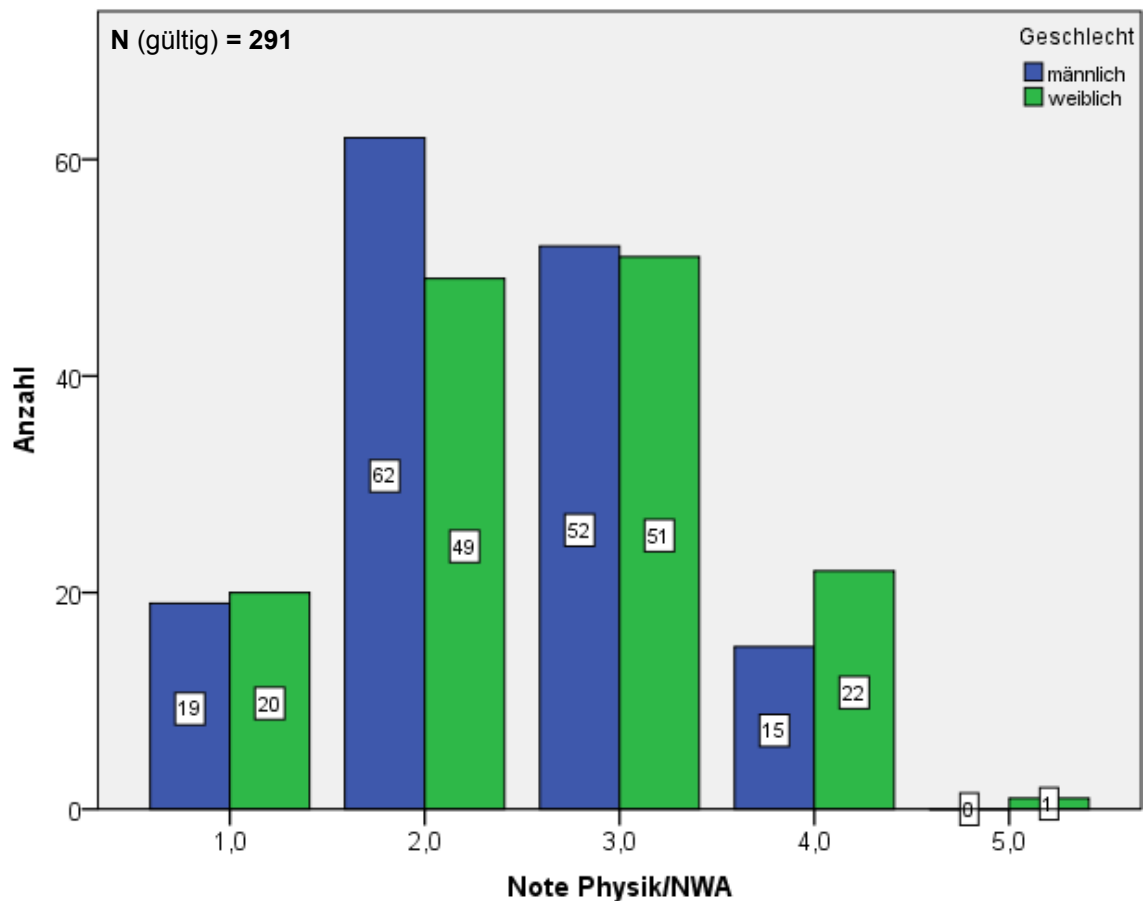


Abb. 20: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fach Physik/bzw. im Fächerverbund NWA** (schulartenübergreifend, geschlechtsdifferenziert)

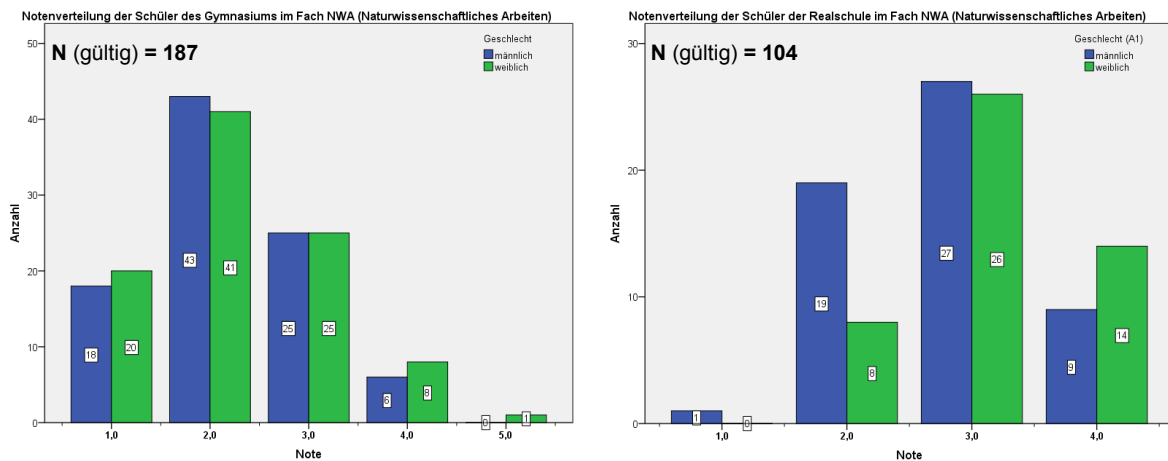


Abb. 21: Notenverteilung der Untersuchungsteilnehmer im **Fächerverbund NWA** (Naturwissenschaftliches Arbeiten) (schulartendifferenziert, geschlechtsdifferenziert)

5.3 Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer (gemäß Fragebogen, Kapitel "D")

Die Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten, wie sie im Rahmen der beiden Treatments T_1 und T_2 von den Untersuchungsteilnehmern praktiziert wurde, baut auf methodischen Grundfertigkeiten im Umgang mit Computer sowie auf basalen Kompetenzen in der Nutzung von schüleradäquaten Softwareprodukten auf. Trotz einer methodischen Grundschulung im Rahmen des ersten Treatments spielen digitale Vorerfahrungen der Schüler im schulischen und privaten Umfeld eine nicht unerhebliche Rolle. Aus diesem Grunde wurde die Einschätzung der eigenen Fähigkeit im Umgang mit dem Computer im Rahmen der Baseline-Messung (Fragebogen, Kapitel "D") erfasst. Diese wird im Folgenden chronologisch dargestellt.

5.3.1 Erfahrungen mit dem Computer

Betrachtet man die absolute Häufigkeitsverteilung zur Darstellung der Computererfahrungen (vgl. Abb. 22 rechts), so erscheint für beide Geschlechter die Einschätzung „viel“ als die am häufigsten genannte Attribuierung auf die Frage nach der eigenen Computererfahrung. Zudem zeigt sich, dass nur acht Schüler ihre Erfahrung als „sehr begrenzt“ einstufen. Zieht man jedoch die höchste Selbsteinschätzungsstufe: „sehr viel [Computererfahrung]“ in Betracht, so erscheinen die Geschlechtsunterschiede evident. Nur 14 Schülerinnen ($\pm 10\%$) attestieren sich selbst diese Fähigkeit. Dahingegen sind 42 der männlichen Mitschüler ($\pm 26\%$) davon überzeugt diese Kompetenz in hohem Maße zu besitzen. Die Einstufung der Computererfahrung als „mittelmäßig“ erscheint hier nahezu diametral: 63 Schülerinnen ($\pm 44\%$) kategorisieren sich selbst dieser zweiten Ausprägungsstufe zu. Der selbstkritischen Eingruppierung folgen hingegen mit 39 Probanden ($\pm 24\%$) deutlich weniger männliche Untersuchungsteilnehmer.

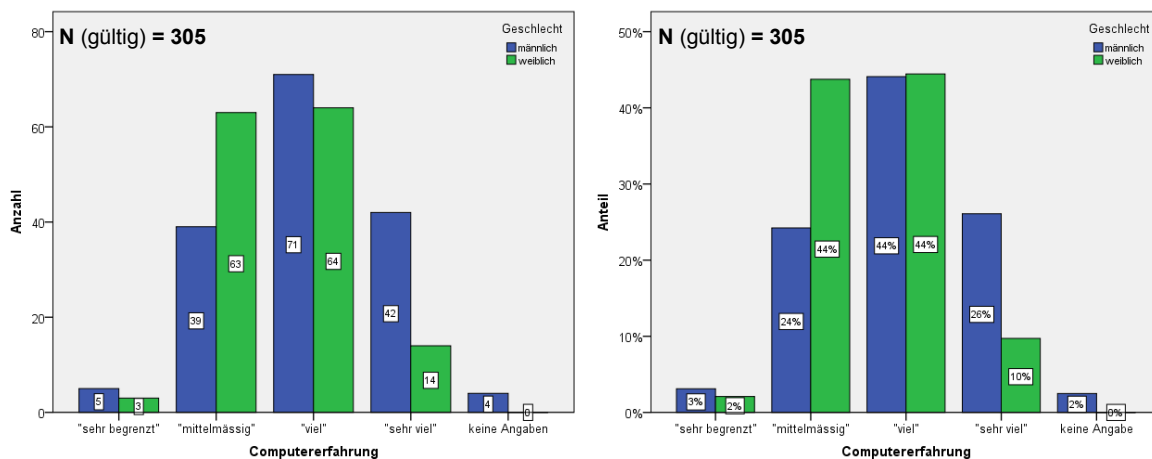


Abb. 22: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Computererfahrung (dargestellt als absolute Häufigkeitsverteilung (links) und prozentuale Häufigkeitsverteilung (rechts))

5.3.2 Nutzungsintensität des Computers

Die Selbsteinschätzung zur Computererfahrung spiegelt sich ein Stückweit in der Quantität der täglichen Computernutzung wider. Als auffälliger Modus der Verteilung kristallisiert sich bei den männlichen Probanden die tägliche Nutzungsdauer von „1-2 h“ heraus. Die weiblichen Untersuchungsteilnehmer gaben als häufigsten Wert hingegen eine Nutzungsdauer des Computers von „1/2 – 1h“ täglich an. Zu den Intensivnutzern der digitalen Rechenmaschine zählen ebenfalls deutlich die männlichen Teilnehmer. 51 (männliche) Schüler ($\hat{=}$ 37%) verwenden den Computer mehr als zwei Stunden täglich. Davon attestieren sich sogar 17 männliche Probanden ($\hat{=}$ 12%) eine tägliche Nutzungsdauer von mehr als vier Stunden. Für die weiblichen Teilnehmer erscheint die tägliche Präsenz am Computer weniger ausgeprägt zu sein. 34 Schülerinnen ($\hat{=}$ 29%) nutzen den Rechner mindestens zwei Stunden am Tag. Davon lassen sich sieben weibliche Teilnehmer ($\hat{=}$ 6%) mit einer Nutzungsdauern von mehr als vier Stunden (täglich) sondieren. Insgesamt betrachtet scheint der Computer im häuslichen bzw. schulischen Umfeld einen enormen (zeitlichen) Stellenwert in der Tagesplanung einzunehmen, da 72% der männlichen Probanden und 58% der weiblichen Teilnehmer, gemäß der eigenen Angaben, mindestens eine Stunde pro Tag am PC verbringen. Dementsprechend erscheint es auch viabel, dass 70% der (männlichen) Schüler und 54% der Schülerinnen sich selbst attestieren „viel Computererfahrung“ zu haben (vgl. Abb. 23).

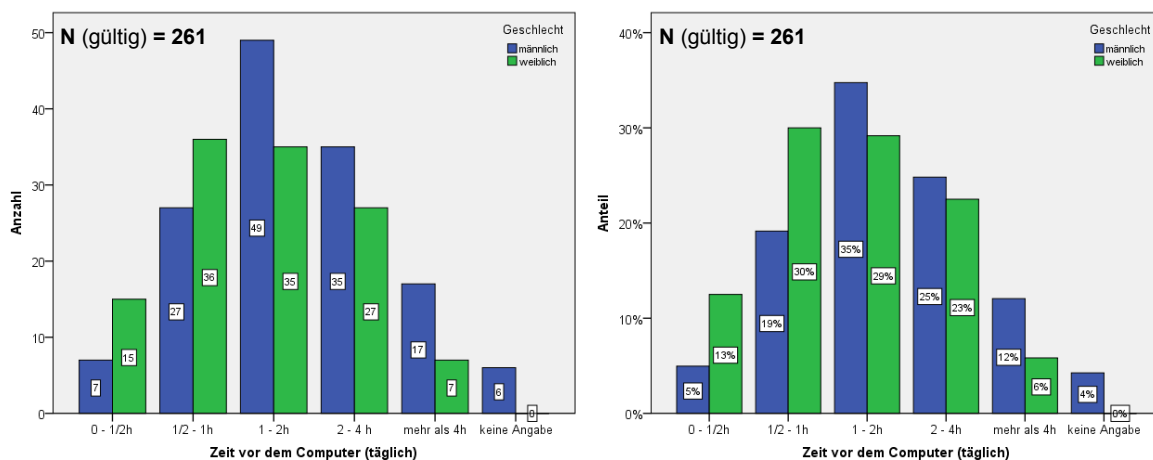


Abb. 23: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Computererfahrung (dargestellt als absolute Häufigkeitsverteilung (links) und prozentuale Häufigkeitsverteilung (rechts))

5.3.3 Nutzungsintensität von Computerprogrammen

Bei der Nutzungsintensität von desktopbasierenden Computerprogrammen lassen sich zwar teilweise größere geschlechtsspezifische Unterschiede vermuten, diese sind jedoch meist von geringer Ausprägung. Die Diagrammdarstellungen erfolgen aus Gründen der Visualisierung dementsprechend nicht als gruppierte sondern als gestapelte Säulendiagramme.

Zu den gängigsten Anwendungen im Desktopbereich zählen fraglos Textverarbeitungsprogramme. Dies bestätigen die Untersuchungsteilnehmer auch bei geschlechtsübergreifender Betrachtung. Jeweils 29% der teilnehmenden Schüler verwenden Word und Co mehrmals pro Woche bzw. täglich. Addiert man hierzu die einmalige Anwendung der Softwareprodukte pro Woche, so nutzen 56% der Schülerinnen und 58% der männlichen Teilnehmer mindestens einmal in der Woche ein Textverarbeitungsprogramm (vgl. Abb. 24 (1)). Eine ganz andere Nutzungsfrequenz zeigt sich beim Einsatz von Tabellenkalkulationsprogrammen (vgl. Abb. 24 (2)). Lediglich 16% der männlichen Teilnehmer und 8% der weiblichen Probanden nutzen derartige Anwendungen mindestens einmal pro Woche. 34% der (männlichen) Schüler gaben an, seltener als einmal pro Jahr oder nie damit gearbeitet zu haben. Deutlich übertroffen wird diese gering ausgeprägte Nutzungsfrequenz von ihren Mitschülerinnen. Hier bestätigten sogar 53% der Befragten, sich nie oder weniger als einmal im Jahr mit Excel und Co auseinandergesetzt zu haben.

Die Verwendung von Präsentationsprogrammen (vgl. Abb. 24 (3)) erfreut sich hingegen größerer Beliebtheit in Form intensiverer Nutzung. Immerhin 46% der männlichen Teilnehmer verwenden entsprechende Softwareprodukte zumindest einmal im Monat. Demgegenüber stehen 33% der weiblichen Nutzer, die eine vergleichsweise hohe Nutzung angegeben haben. Lediglich 10% (weiblich), bzw. 9% (männlich) gaben an, derartige Anwendungen, die dem Erstellen interaktiver Präsentationen dienen, noch nie genutzt zu haben.

Am heterogensten erscheint die Nutzungshäufigkeit von Grafik- und Bildbearbeitungsprogrammen bei den Schülern zu sein (vgl. Abb. 24 (4)). Zudem lässt die Verteilungshäufigkeit hier eine Domäne der weiblichen Anwender vermuten. Addiert man die ersten drei Nutzungskategorien, so verwenden 53% der Schülerinnen mindestens einmal pro Woche Grafiksoftware-Produkte. Demgegenüber stehen in der Addition 37% männliche Nutzer, denen eine vergleichbare Anwendungsintensität in diesem Bereich zu attestieren ist. Das andere Ende der Skalierung bestätigt diese mögliche genderspezifische Auffälligkeit. 14% der weiblichen Teilnehmer machten die Angabe, weniger als einmal pro Jahr oder nie mit Bildbearbeitungsprogrammen zu arbeiten. Der Anteil der männlichen Probanden innerhalb deren Subgruppe liegt mit 28% doppelt so hoch.

Die Verwendung von Lern- oder Unterrichtsoftware als methodische Aktionsform im Unterricht bzw. zur Vor- oder Nachbereitung von Unterrichtsinhalten erscheint bei den Untersuchungsteilnehmern auffallend gering zu sein (vgl. Abb. 24 (5)).

64% der männlichen Teilnehmer gaben an, Lern- oder Unterrichtsoftware bislang weniger als einmal pro Jahr oder nie verwendet zu haben. Bei den Schülerinnen erscheint die Vergleichsquote mit 58% zwar etwas geringer. Doch auch hier liegt damit der Anteil der Lernenden, die regelmäßiger auf digitale Lernanwendungen zurückgreifen, deutlich unter 50%. Addiert man die ersten drei Nutzungskategorien zu der Subgruppe der „regelmäßigen

Anwender“, so ergibt sich eine auffallend geringe Nutzungsquote. 10% der weiblichen Anwender und 9% der männlichen Nutzer greifen mindestens einmal in der Woche auf computerbasierte Lernangebote zurück.

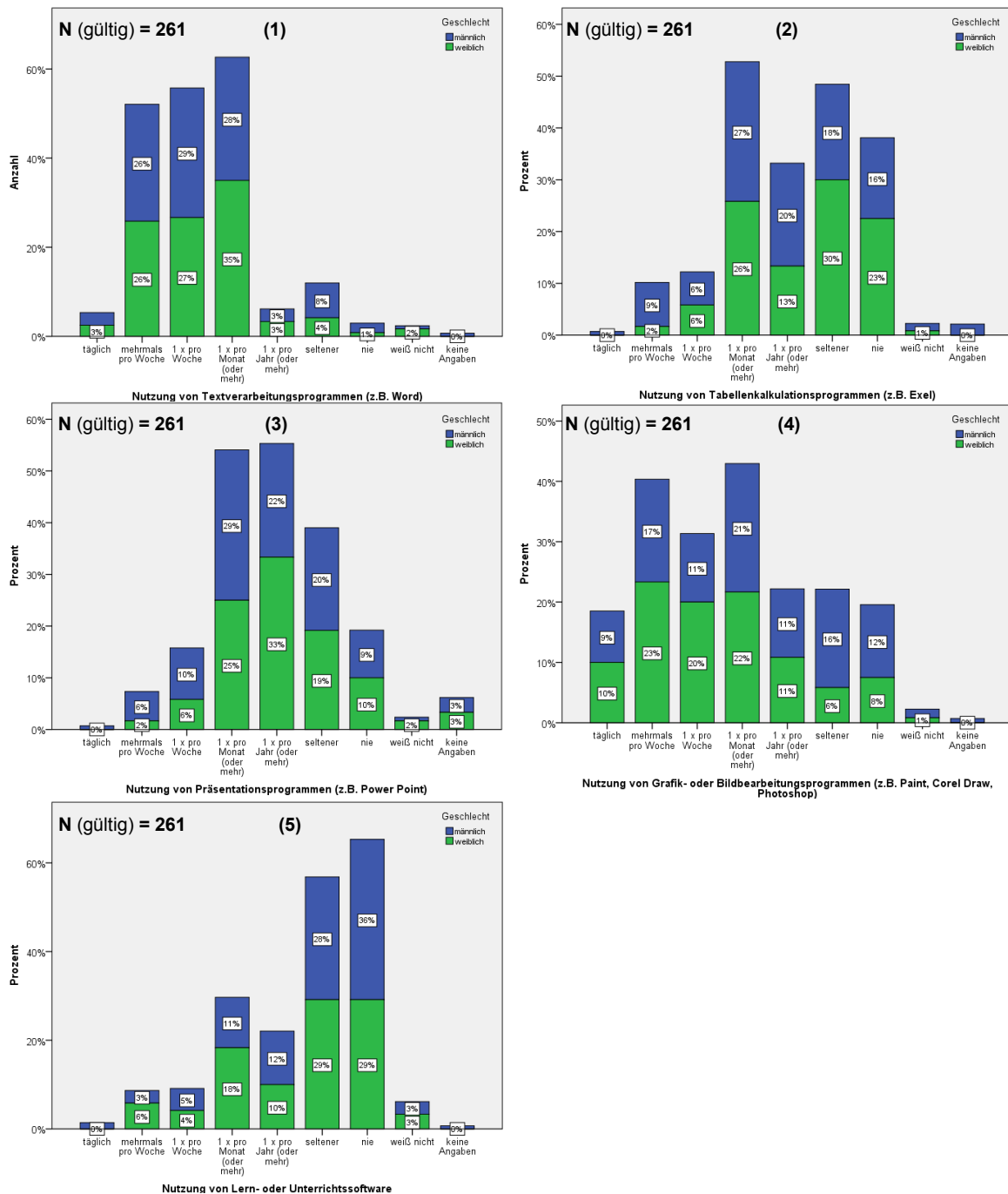


Abb. 24: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Nutzungsintensität von desktopbasierenden Computerprogrammen (dargestellt als prozentuale Häufigkeitsverteilung innerhalb der jeweiligen genderspezifischen Subgruppe)

5.3.4 Internetanwendungen

Insgesamt betrachtet erscheinen die im Rahmen der Untersuchung abgefragten Webanwendungen sich deutlich größerer Beliebtheit bei den jugendlichen Nutzern zu erfreuen,

als die zuvor beschriebenen Desktopanwendungen. Zur Darstellung der Unterschiede in Abhängigkeit von der jeweiligen Nutzungsart werden im Folgenden die Nutzungshäufigkeiten der einzelnen Webanwendungen erneut als gestapelte Säulendiagramme dargestellt.

Das Spielen von webbasierten Computerspielen scheint bei beiden Geschlechtern zur etablierten Freizeitbeschäftigung zu gehören (vgl. Abb. 25 (1)). 48% der männlichen Probanden nutzen Browser-basierte Online-Spiele bzw. Client-basierte Multiplayer-Online-Spiele mehrmals pro Woche oder täglich. Bei 45% der weiblichen Teilnehmer lässt sich eine ähnliche Nutzungshäufigkeit feststellen, wenn auch hier die angegebene tägliche Nutzung (mit 22%) etwas geringer ausfällt. Lediglich 16% (weiblich), bzw. 14% (männlich) der Teilnehmer gaben an, derartige Online-Spiele nicht zu nutzen. Ein heterogeneres Bild lieferte die Abfrage nach der Häufigkeiten des „Hoch-“ bzw. „Runterladens“ von Datenpaketen im Internet (vgl. Abb. 25 (2)). Ein Großteil der Befragten scheint mit diesen Techniken des Datentransfers vertraut zu sein. Vor allem die männlichen Teilnehmer verwenden die Möglichkeiten des Up- und Downloads von Daten recht häufig. 57% der männlichen Probanden tun dies mindestens einmal pro Woche. 45% der weiblichen Teilnehmer greifen auf diesen Internetdienst mit gleicher Nutzungshäufigkeit zurück. Jeweils 10% geben an, noch nie (bewusst) Daten hoch- oder runtergeladen zu haben. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Datentransfer bei vielen Internetanwendungen, wie den sozialen Netzwerken oder bei diversen Internetforen, oft unbeachtet und beiläufig vollzogen wird. Eine gewisse Unsicherheit bezüglich dieser Abfrage drückt sich auch in der verhältnismäßig hohen Quote der Antworten „weiß nicht“ aus. Insgesamt 6% der weiblichen und 4% der männlichen Untersuchungsteilnehmer wählten diese Antwortmöglichkeit aus. Die größte Nutzungsfrequenz von allen abgefragten Webanwendungen zeigen beide Geschlechter bei den sogenannten Internet-Chats, einer elektronischen Form der Kommunikation in Echtzeit über entsprechende Webportale (vgl. Abb. 25 (3)). Geschlechtsübergreifend nutzen jeweils mehr als die Hälfte aller Befragten die virtuelle Form der Kommunikation täglich. 83% der männlichen Teilnehmer und 81% der weiblichen Probanden chatten zumindest mehrmals pro Woche. Interessant erscheint zudem, dass von dem geringen Anteil der „Nicht-Chatter“ der Großteil männlich ist. Die intensive Nutzung der E-Mail Funktionalität als einem der wichtigsten Dienste des Internets wird auch durch die Befragung bestätigt (vgl. Abb. 25 (4)). 39% der männlichen Teilnehmer nutzen die elektronische Post mehrmals pro Woche oder täglich. Die gleiche Nutzungsintensität ist 33% der Schülerinnen zu attestieren. Erweitert man den Nutzungszeitraum dieses Internetdienstes auf eine Woche, so dominieren hier die weiblichen Nutzer mit einem Anteil von 61% im Gegensatz zu 56% bei den männlichen Schülern. Die wenigen Probanden, die seltener als einmal pro Jahr E-Mails verschicken, sind mit einem Anteil von 9% innerhalb der Gender-Gruppe überwiegend männlich. Das gezielte Suchen von Informationen in den Weiten des Netzes wird von fast allen Befragten mindestens einmal pro Monat betrieben (vgl. Abb. 25 (5)). Mit "mehrmals pro Woche"

oder "täglich" zählen 64% der männlichen und 71% der weiblichen Teilnehmer zu den Intensivnutzern des World Wide Webs. Jeweils nur 1% der beiden Geschlechter gab an, nie Informationen über das Internet zu beziehen.

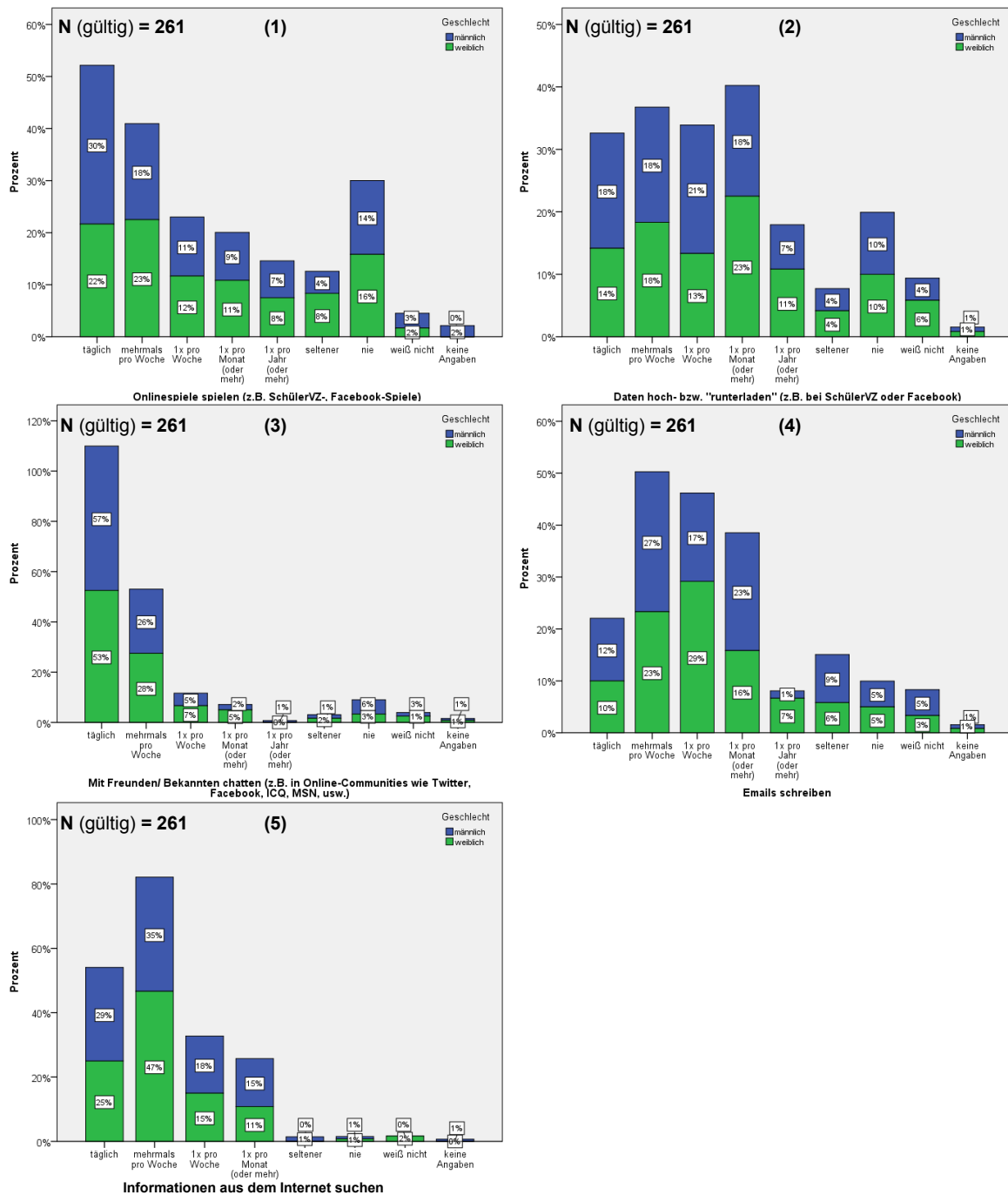


Abb. 25: Selbsteinschätzung der Untersuchungsteilnehmer zur Nutzungsintensität von webbasierten Anwendungen (dargestellt als prozentuale Häufigkeitsverteilung)

5.4 Eigene Erfahrungen im Umgang mit Satellitenbildern (gemäß Fragebogen, Kapitel "E")

5.4.1 Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern im Unterricht

Die Frage nach der Häufigkeit der schulischen Auseinandersetzung mit Satellitenbildern liefert sowohl bei schulartübergreifender als auch bei schulartdifferenzierender Betrachtung eine auffällig heterogene Verteilung der Antwortformate (vgl. Abb. 26). Das Verteilungsmaximum liegt bei den gymnasialen Probanden in der Nutzungskategorie "1x pro Jahr (oder mehr)". Dahin gegen liegt der Modalwert der Realschüler bei der Einschätzung: "Ich habe noch nie mit Satellitenbildern in der Schule gearbeitet." Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die unterrichtliche Auseinandersetzung mit Satellitenbildern im Bildungsplan des Landes Baden-Württemberg in der Sekundarstufe 1 und 2 des Gymnasiums explizite Nennung (vgl. Bildungsplan Baden-Württemberg 2004, Gymnasium, S. 241) erfährt und darin in mehr als zehn fernerkundungsrelevanten Großthemen verankert ist (SIEGMUND 2011, S. 19). Im Bildungsplan 2004 für Realschulen Baden-Württembergs erscheint bei mehreren Kompetenzfeldern der Satellitenbildeinsatz zwar methodisch interpretierbar, erfährt hier jedoch keine dezidierte Nennung und erscheint damit von „geringerer Verbindlichkeit“ für Lehrkräfte. Der Heterogenität der Bildungspläne und die damit verbundene unterschiedliche Verbindlichkeit, mit Fernerkundungsdaten im Unterricht zu arbeiten, scheint sich auch in der Verteilung der Nutzungshäufigkeit wider zu spiegeln. 59% der gymnasialen Teilnehmer gaben an, sich mindestens einmal pro Jahr im Unterricht mit Satellitendaten zu beschäftigen. Bei den untersuchten Realschülern liegt die vergleichbare Nutzungshäufigkeit um 9% geringer.

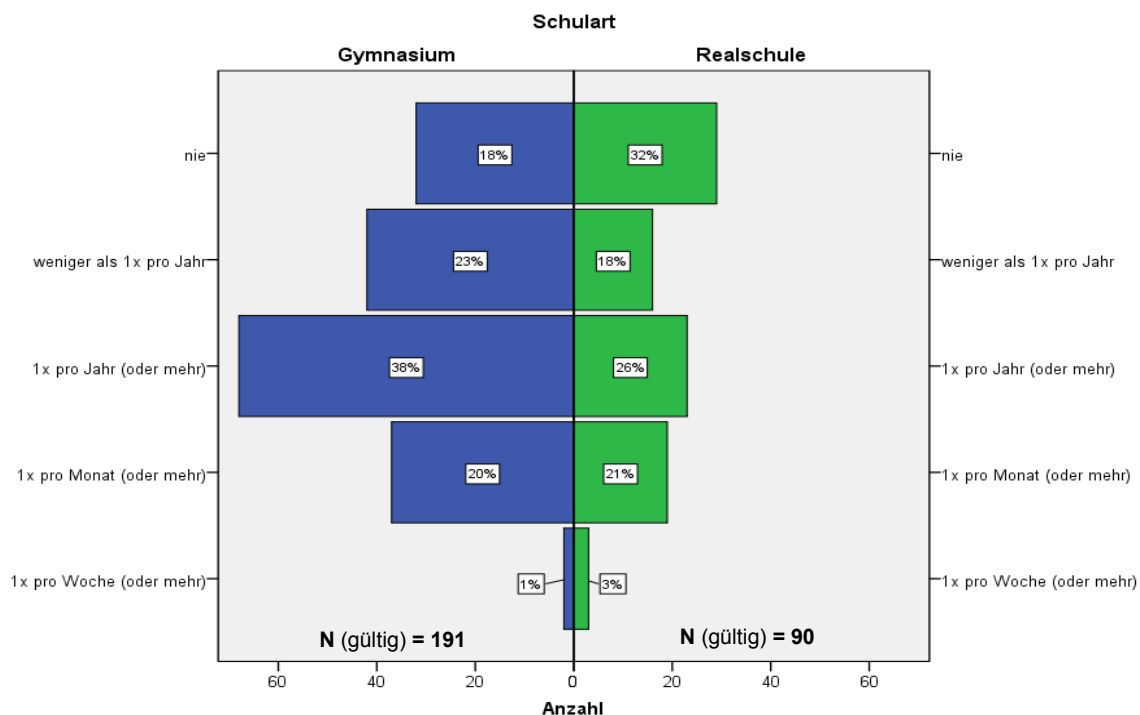


Abb. 26: Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern im Unterricht (getrennt nach Schularten)

5.4.2 Mediale Repräsentations- und Aktionsform von Satellitenbilder im Unterricht

Da die Auseinandersetzung mit Satellitenbildern ein sehr weites Nutzungsspektrum darstellt, beginnend mit dem reinen Betrachten analoger Bilddarstellungen (z.B. in Schulbüchern) bis hin zur analytischen Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten, wurde auch die Nutzungsform des Mediums erfragt (vgl. Abb.27). Die Auswertung dieser Fragebogen-Items lässt ein deutliches Gefälle von der rein passiven Rezeption der Darstellungen hin zum eigenen aktiven Bearbeiten von Satellitenbildern erkennen: 74,4 % der Befragten gaben an, mit Fernerkundungsdaten in Form ausgedruckter Bilder gearbeitet zu haben. Dagegen kamen 41,3% der Untersuchungsteilnehmer in den Genuss, Satellitenbilder als Bildmedium in Präsentationen zu rezipieren. Knapp mehr als ein Drittel der Befragten (35,7%) wählte die Angabe Satellitenbilder an einem Computer (z.B. mit Google Earth, Google Maps) bereits betrachtet zu haben. Dahingegen wählten nur 8,8% aller teilnehmenden Schüler die Antwortmöglichkeit, Satellitenbilder selbst am PC bearbeitet zu haben.

Einsatz von Satellitenbildern im Unterricht

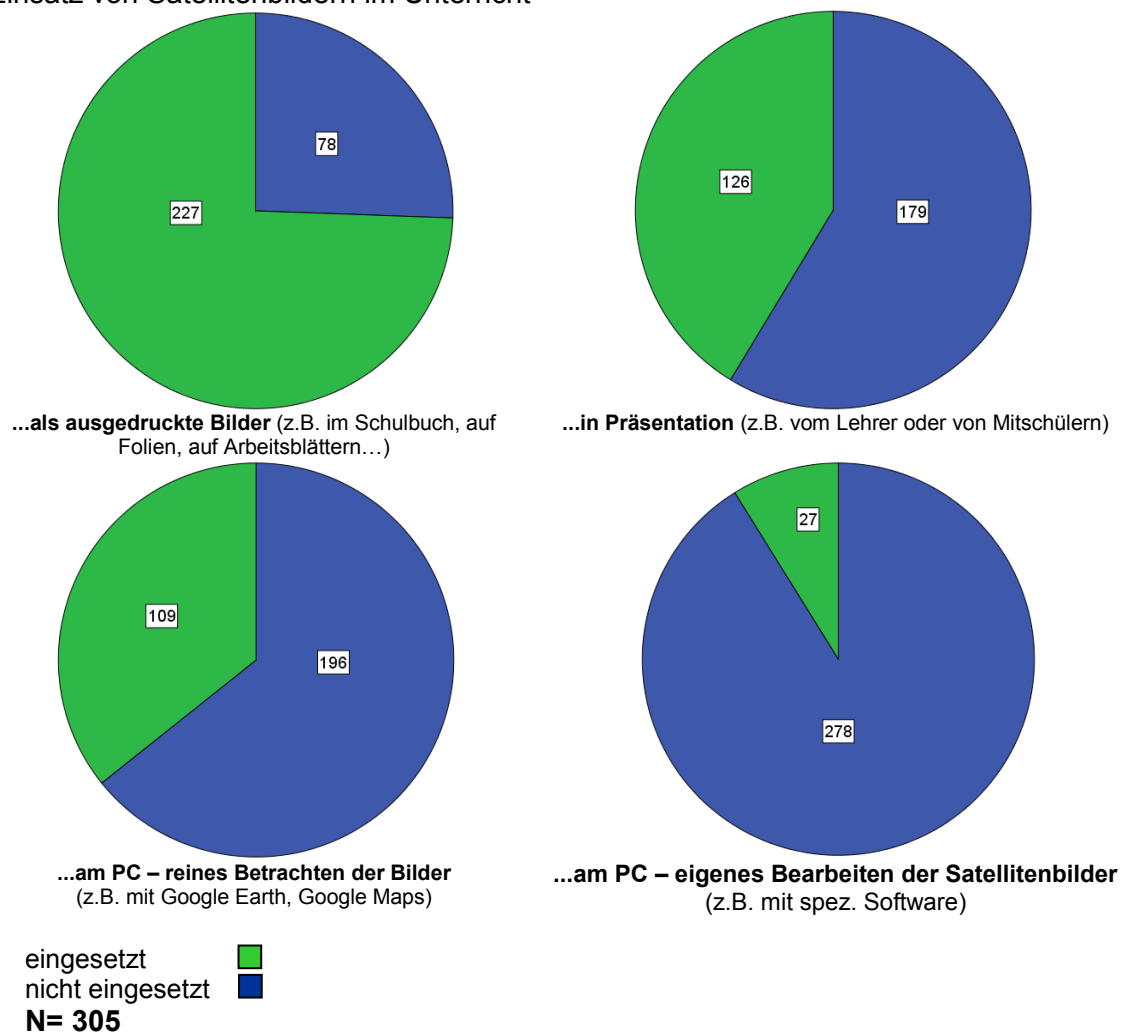


Abb. 27: Verwendung von Satellitenbildern im Unterricht (getrennt nach Nutzungsform)

5.4.3 Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern privat

Die Frage nach der Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern im privaten Umfeld zeigt bei der schulartendifferenzierten Betrachtung jeweils ein deutliches Verteilungsmaximum bei der Antwortmöglichkeit „nie“. 30% der gymnasialen Nutzer und 33% der Realschüler äußerten eine entsprechende Antwort. Als Gegenpol lässt sich (durch Addition der beiden ersten Antwortvorgaben) auch ein größerer Anteil an Intensivnutzern des Mediums benennen. Im privaten Kontext nutzen 35% der befragten Gymnasiasten und 32% der Realschüler Satellitenbilder mindestens einmal pro Monat (vgl. Abb. 28 (1)). Auffallend deutlichere Unterschiede als bei der schulartendifferenzierten Darstellung zeigen sich bei der geschlechtsdifferenzierten Betrachtung (vgl. Abb. 29 (1)). Einerseits lassen die beiden Geschlechter fast antipodische Modalwerte erkennen. 38% der Schülerinnen gaben die Antwort "nie" - dahingegen zeigen die männlichen Probanden einen Maximalpeak bei der Nutzungshäufigkeit "1x pro Monat (oder mehr)". Andererseits zeigen sich auffällige Unterschiede bei den Intensivnutzern des Mediums. 46% aller männlichen Versuchspersonen gaben an, Satellitenbilddarstellungen mindestens einmal im Monat privat zu verwenden. Darin enthalten sind 16%, welche den Blick von oben auf die Erde, den eigenen Angaben zufolge, "1x pro Woche (oder mehr)" vollziehen. Bei den weiblichen Teilnehmern nutzen diese mediale Möglichkeit "1x pro Woche (oder mehr)" hingegen nur 3% der Befragten. Insgesamt verwenden 22% der Schülerinnen Satellitenbilder mindestens 1x pro Monat.

5.4.4 Nutzungshäufigkeit von Geobrowsern wie Google Earth, Google Maps, Bing Maps 3D und Co.

Nach RIEDEL, A. (2000) zählen die inzwischen populären Geobrowser (wie Google Earth, Bing Maps 3D, NASA World Wind oder Diercke Globus Online) zu den sogenannten virtuellen Hypergloben. Diese stellen wiederum unter bestimmten Einschränkungen (vgl. RIEDEL 2011, S. 3) eine Subkategorie des digitalen Globus dar, der sich seinerseits als "multimediale Repräsentationsform räumlicher Phänomene" (KLEIN 2008, S. 9) charakterisieren lässt. Im Wesentlichen greifen diese Geobrowser neben Luftbildern aus Befliegungen auf Satellitendaten unterschiedlicher räumlicher Auflösung zurück. Ein Anwender von Geobrowsern wie Google Earth greift dementsprechend mehr oder weniger unbewusst auf hochauflösende Satellitendaten, die von den kommerziellen Satelliten QuickBird 2, WorldView-1 und -2 der Firma DigitalGlobe aufgenommen wurden, zurück (<http://en.wikipedia.org/wiki/DigitalGlobe>, 10.08.12).

Dieses Bewusstsein, beim Surfen mit Google Earth und Co gleichzeitig Satellitendaten zu verwenden, spiegelt sich jedoch nur partiell in der Darstellung der Verteilungshäufigkeit zur Nutzung von Geobrowsern wider (vgl. Abb. 28 (2)). Nur vier Prozent der teilnehmenden Schüler

(unabhängig von Geschlecht und Schularth) gaben an, die Erde noch nie mit "Google Earth", "Google Maps", "Bing Maps", usw. erkundet zu haben. Gleichzeitig machten aber 38% der Schülerinnen die Angabe, sich noch nie mit Satellitenbildern privat beschäftigt zu haben (vgl. Abb. 28 (1)). Wiederum unabhängig von Geschlecht und Schularth zeigt sich bei allen Subgruppen als Modalwert der Verteilung die Antwortkategorie: "Ich habe im letzten Jahr die Erde mit "Google Earth", "Google Maps", "Bing" usw. einmal pro Monat (oder mehr) erkundet". Als stärkste Nutzergruppe erscheinen hierbei die männlichen Probanden, die (unabhängig von der Schularth) mit einer Quote von 63%, Geobrowser mindestens einmal pro Monat verwenden. Hierin enthalten sind 23% der männlichen Teilnehmer, welche auf virtuelle Hypergloben "1x pro Woche (oder häufiger)" zurückgreifen.

Insgesamt betrachtet scheint der interaktive Blick (von oben) auf unsere Erde sich großer Beliebtheit bei den befragten Jugendlichen zu erfreuen. Das Bewusstsein, hierbei auch auf Satellitendaten zurückzugreifen erscheint jedoch nur eingeschränkt vorhanden zu sein.

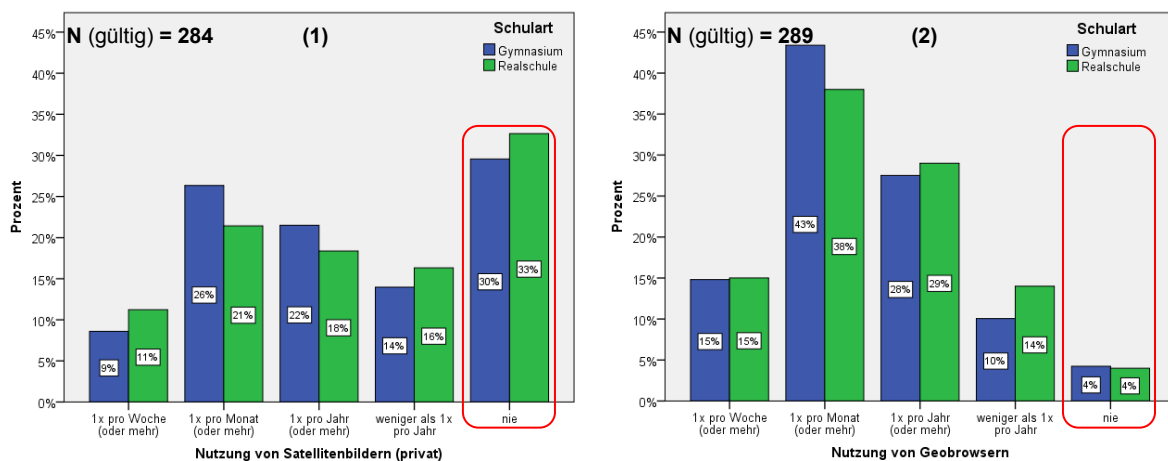


Abb. 28: Vergleich der Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern (privat) und Nutzung von Geobrowsern (getrennt nach **Schularth**)

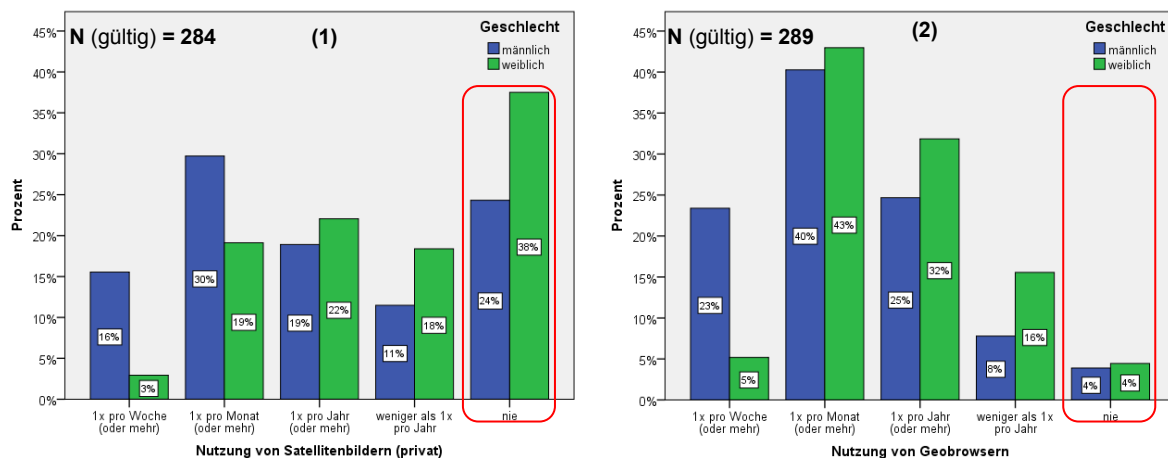


Abb. 29: Vergleich der Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern (privat) und Nutzung von Geobrowsern (getrennt nach **Geschlecht**)

6 Interferenzstatistische Datenauswertung zur Analyse der Lernwirksamkeit digitaler FE-Methoden

6.1 Analyse der Lernausgangsbedingungen der Schülerinnen – Gruppenbildung

Auf Grund der zentralen Bedeutung der motivationalen Parameter zum „Lernen mit Satellitenbildern“ sowie der Items zur „Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie“ werden diese im Zuge einer interferenzstatistischen Datenauswertung ausführlich analysiert. Kern dieser statistischen Prüfung ist jeweils eine Faktorenanalyse zur Dimensionsreduzierung der erhobenen Items.

Die Abfolge der statistischen Prüfungsverfahren erfolgt für beide Item-Gruppen gemäß der chronologischen Übersicht (vgl. Abb. 30) und wird anschließend ausführlich dargestellt.

Die statistische Analyse der Item-Gruppe „Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer“ und „Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern“ folgt ebenso dem dargestellten Prüfungsverfahren. Auf Grund der Duplizität der statistischen Auswertung werden hier die analytischen Schritte der Untersuchung nur in reduzierter Form dargestellt.

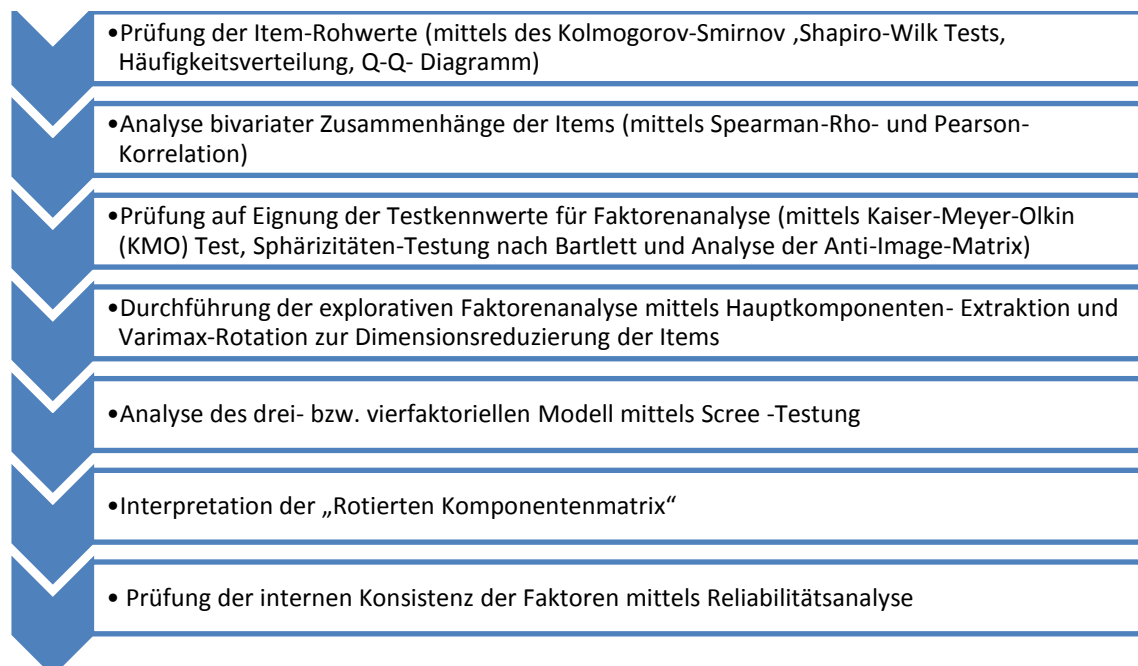


Abb. 30: Chronologische Übersicht über die statistischen Prüfungsverfahren im Rahmen der Faktorenanalyse zur Dimensionsreduzierung der Items

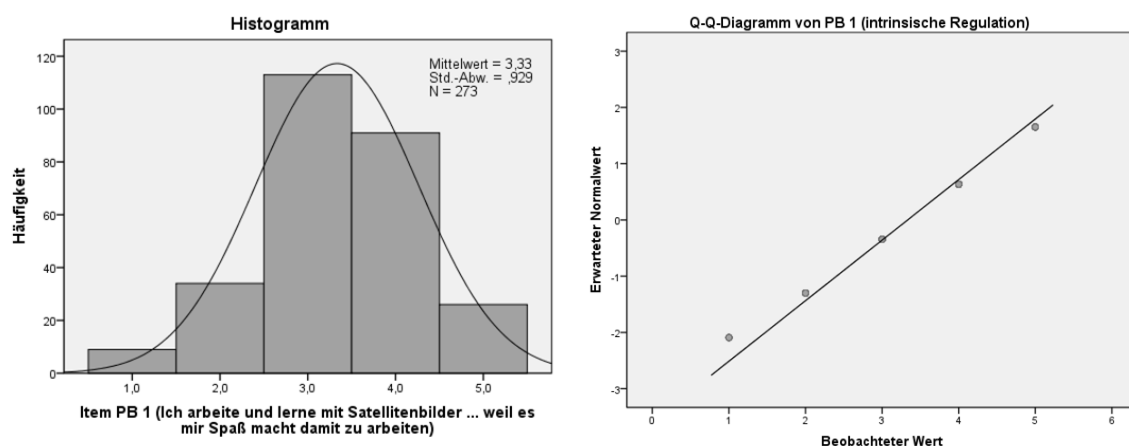
6.1.1 Dimensionsreduzierung der Item-Gruppe „Lernen mit Satellitenbildern“ und Prüfung der Diagnoseinstrumente

Gemäß dem in Abb. 30 dargestellten Prüfverfahren werden im Folgenden die Items zur Erfassung der Lernmotivation“ (adaptiert nach MÜLLER et al. 2007) geprüft, faktorenanalytisch zusammengefasst und im Anschluss validiert.

Die statistische Prüfung der Item-Rohwerte (mittels des Kolmogorov-Smirnov und des Shapiro-Wilk-Testes; vgl. Tab. Anhang A2) zeigt, dass die Item-Verteilungen keine statistische Normalverteilung aufweisen. Der Kolmogorov-Smirnov und der Shapiro-Wilk-Test erscheinen jedoch in der Anwendung auf die Rohwerte in diesem Untersuchungskontext weniger aussagekräftig (JANSSEN & LATZ 2007). Die mangelnde Aussagekraft der beiden Testverfahren hat mehrere Ursachen. Zum einen findet der Shapiro-Wilk-Test eher Verwendung in Datenanalysen bei Stichprobengrößen mit weniger als 50 Probanden (JANSSEN & LAATZ 2007, S. 250). Zum anderem reagiert der Kolmogorov-Smirnov-Test sensibel auf die geringe Anzahl möglicher Skalenwerte (GLIEM & GLIEM 2003, S. 88). Dies liegt zum einen an der fünf-stufigen Likert-Skala selbst. Diese kann zwar als annähernd intervallskaliert betrachtet und interpretiert werden (JANSSEN & LAATZ 2007, S. 595; RAITHEL 2006, S. 40), sie lässt aber auf Grund der lediglich fünf-wertigen Skala (die fünf Antwortmöglichkeiten sind: 1: „stimmt überhaupt nicht“, 2: „stimmt eher nicht“, 3: „stimmt teils/teils“, 4: „stimmt eher“, 5: „stimmt völlig“) kaum eine Gauß'sche Verteilung eines Parameters zu (RAITHEL 2006, S. 121).

So zeigen weitgehend alle Roh-Items eine deutlich uniforme und eingipfelige Verteilung bei geringer bis moderater Varianz (vgl. Abb. 31, Tab. Anhang A4), weshalb man von einer hinreichenden Normalverteilung sprechen kann (RASCH et al. 2010A, S. 60; JANSSEN & LAATZ 2007, S. 249ff; RAITHEL 2006, S. 120f). Exemplarisch hierfür sind im Folgenden Häufigkeitsverteilungen sowie die entsprechenden Normalverteilungsdiagramme (Q-Q-Diagramme) der Items zur Erfassung des intrinsischen Regulationsstils der Motivation dargestellt (vgl. Abb.31).

Diese bestätigen die Annahme der annähernden Normalverteilung der dargestellten Items.



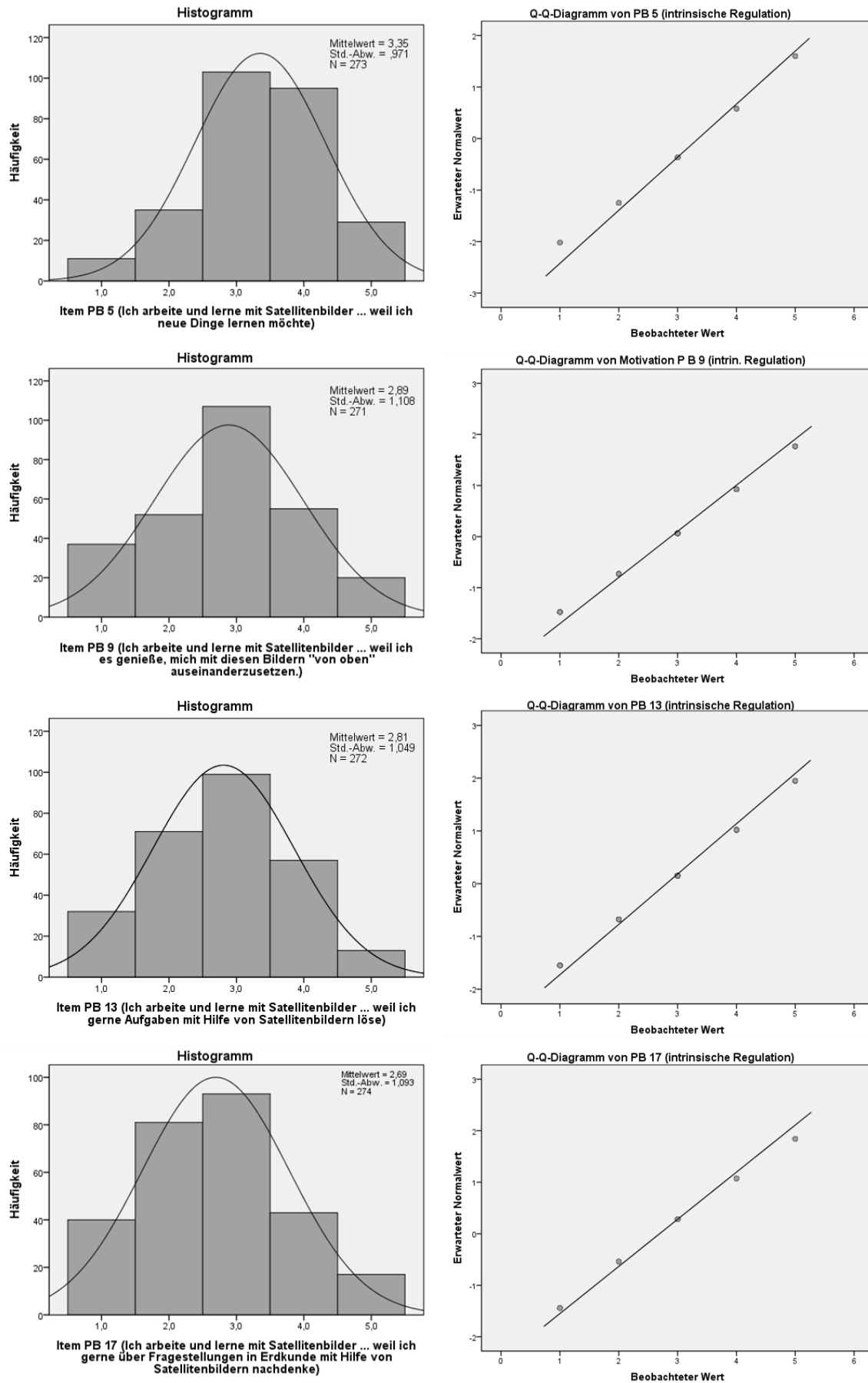


Abb. 31: Häufigkeitsverteilung der Item-Antworten PB1, PB5, PB9, PB13, PB17 (Items

zur Erfassung des intrinsischen Regulationsstils der Motivation); Darstellung mit Normalverteilungskurve (linke Reihe); Quantile-Quantile-Diagramm (rechte Reihe)⁶

Die statistische Prüfung wiederum bestätigt diese Normalverteilungsannahme nicht (vgl. Anhang Tab. A3). Ein weiterer erheblicher Faktor ist die zum Teil deutliche Rechtschiefe vieler Items (B4: 3,501; B6: 1,404; B8: 1,457; B10: 1,450; B14:1,886). Diese Items erfassen nach MÜLLER et al. (2007, S. 7) jedoch ausschließlich introjizierte bzw. externale Regulationsstile der Motivation. Die Skalenstatistik der Roh-Items zur Erfassung der motivationalen Regulationsstile ist in den Tab. Anhang A3 und Tab. Anhang A4 für den Prätest t_0 und Posttest t_1 zusammenfassend dargestellt. Vergleicht man die Skalenstatistik des Prätest t_0 und Posttest t_1 miteinander, so fällt auf dass ein numerisch und prozentual deutlich größerer Fallausschluss im Prätest vorliegt. Dieser schwankt im Vortest zwischen 33 (Item B5) und 65 Fallausschlüssen (Item B1) pro Item und zwischen 22 (PB17) und 26 Fallausschlüssen (PB16) im Posttest t_1 . Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass 19,4% der befragten Schüler angegeben haben, noch nie mit Satellitenbildern in der Schule gearbeitet zu haben und 22,7% der Befragten attestierten „weniger als 1x pro Jahr“ sich damit in der Schule auseinander zu setzen. Da zudem die private Beschäftigung mit Satellitenbildern noch geringer ausfällt (29,5% „nie“; 14,6% „weniger als 1x pro Jahr“), haben viele der Versuchspersonen die motivationalen Items „zum Lernen mit Satellitenbildern“ mit „ich weiß nicht“ beantwortet. Diese Fälle wurden in der Skalenstatistik als fehlende Werte ausgeschlossen. Aus diesem Grund werden im Folgenden für die Analyse der Item-Korrelationen sowie für die weitere faktorenanalytische Betrachtung der Items die Daten des Posttestes t_1 herangezogen.

Unter Annahme einer nur partiell erfüllten Normalverteilung der einzelnen Items erfolgt die Darstellung erster bivariater Zusammenhänge der Items zur motivationalen Regulation sowohl als Rangkorrelationsmatrix (mittels Spearman-Rho; vgl. Anhang Tab. A5) als auch über ein parametrisches Verfahren in Form der Pearson-Korrelation (vgl. Anhang Tab. A5). Vergleicht man die Korrelationsmatrizes, so zeigen sich bei Spearman-Rho und Pearson große Übereinstimmungen bei den jeweiligen Item-Korrelationen in Richtung und Stärke. In besonderem Maße korrelieren die Items innerhalb der einzelnen apriori gesetzten und noch zu prüfenden Dimensionen. Die Dimension „intrinsische Regulation“ wird, in Anlehnung an MÜLLER et al. (2007), über die Items PB1, PB5, PB9; PB13, PB17 abgebildet. Hier reichen die Korrelationen innerhalb der fünf Items nach Spearman-Rho von 0,388 bis 0,671 auf signifikanten 0,01 Niveaus (vgl. Anhang Tab. A5). Die Pearson Korrelationen für dieselben Items reichen von 0,407 bis 0,675 (vgl. Anhang Tab. A5). Außerdem zeigen sich zum Teil signifikant negative Zusammenhänge zu den Items die nach MÜLLER et al. (2007) die

⁶ Alle likertskalierten Darstellungen basieren auf den Antwortmöglichkeiten: 1: „stimmt überhaupt nicht“; 2: „stimmt eher nicht“; 3: „stimmt teils/teils“; 4: „stimmt eher“; 5: „stimmt völlig“

Dimension „externale Regulation“ bilden. Hier fällt vor allem das Item PB1: „Ich arbeite und lerne mit Satellitenbildern [...] weil es mir Spaß macht, damit zu arbeiten“, auf. Dieses Item steht in einem, zumindest auf 0,05 Niveau, signifikant negativen Zusammenhang mit den Items der Dimension „externale Regulation“ (Rangkorrelationen nach Spearman-Rho zwischen PB1 und PB4: $r = -,126^*$; PB1 und PB8: $r = -0,146^*$; PB1 und PB12: $r = -0,123^*$ sowie PB1 und PB16: $r = -0,206^{**}$). Insgesamt betrachtet scheinen die Items PB1, PB5, PB9; PB13 und PB17 sich deutlich von den Anderen abzugrenzen, so dass die Vermutung nahe liegt, dass diese Items eine gemeinsame Dimension bilden.

Die Items PB3, PB7, PB11, PB15 bilden nach MÜLLER et al. (2007) einen zweiten stabilen Faktor. Es handelt sich dabei um die Items der identifizierenden Regulation. Auch hier zeigen sich innerhalb der vier Items statistisch signifikante Korrelationen auf den 0,01 Niveaus. Die Pearson Korrelation der vier Items reicht von 0,484 bis 0,701. Die Rangkorrelationen nach Spearman-Rho fallen sehr ähnlich aus, diese reichen vom 0,470 bis 0,688 (vgl. Anhang Tab. A5). Entgegen der Items der intrinsischen Regulation zeigen sich bei den Items der identifizierenden Regulation keine negativen Zusammenhänge zu den Items der externalen Regulation. Die intern hohen Zusammenhänge lassen auch hier die Vermutung zu, dass die Items hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit zu bündeln wären (ROST 2005; S. 199).

Etwas heterogener erscheinen die Interkorrelationen innerhalb der nach MÜLLER et al. dritten Dimension, nämlich der sogenannten „introjizierten Regulation“ (2007; S.7). Diese „latente Supervariable“ (ROST 2007; S. 199) wird über die Items PB2, PB6; PB10 und PB14 erfasst. Die Spearman-Rho Korrelationen der vier Items liegen signifikant auf 0,01 Niveau zwischen 0,247 und 0,572. Gleiches gilt auch hier für die Item-Interkorrelationen nach Pearson. Auch diese sind alle signifikant auf 0,01 Niveau und streuen zwischen 0,237 und 0,548. Aber die Abgrenzung zu den Items anderer Dimensionen erscheint hier weniger deutlich zu sein. Die Items korrelieren zum Teil deutlich, wenn auch etwas schwächer auf dem vierten und letzten Faktor. Diese Dimension der sogenannten „extrinsischen Regulation“ (ebd.) wird über die Items PB4, PB8, PB12 und PB14 abgebildet. Bei der Betrachtung der Interkorrelation dieser vier Items zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den adaptierten und angepassten Testfragen der introjizierten Regulation. Die Spearman-Rho Korrelationen bewegen sich auf signifikantem Niveau zwischen 0,152 und 0,538 (vgl. Anhang Tab. A5). Die Korrelation-Koeffizienten nach Pearson liegen im statistisch signifikanten Bereich zwischen 0,181 und 0,508 (vgl. Anhang Tab. A5). Am niedrigsten fällt dabei die Wechselbeziehung der Items PB4 und PB16 ($r_{\text{Spearman-Rho}} = 0,152$; $r_{\text{Pearson}} = 0,181$) aus. Die Korrelation ist damit nur auf dem 0,05 Niveau signifikant. Im Gegensatz hierzu bestehen mehrere signifikante Zusammenhänge auf zum Teil 0,01 Niveau zu Testfragen der dritten Dimension. Dementsprechend bedarf es, um hinreichend verlässliche Aussagen über die Homogenität der Items innerhalb einer Dimension zu tätigen, weiterführender Prüfungen der Item-Struktur. Die Prüfung erfolgt über eine faktorenanalytische

Betrachtungsweise im Sinne der Dimensionsreduzierung der Testfragen (RAITHEL 2006, ROST 2007, BÜHNER 2004). Die theoretisch geforderten Voraussetzungen wie Normalverteilung und Varianzhomogenität der Items können in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden, da „deren Verletzung sich kaum auf die Ergebnisse des statistischen Signifikantestes auswirkt“ (ROST 2005; S. 190). Zudem sind die nachfolgenden parametrischen Verfahren bezüglich der Abweichungen von der statistischen Normalverteilung als „recht unempfindlich“ und „robust“ einzustufen (ebd.).

Zur Durchführung der Faktorenanalyse wird zunächst die statistische Voraussetzung hierfür untersucht. Dabei zeigen sowohl der Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Test mit 0,857 (vgl. Anhang Tab. A6) als auch der Bartlett-Test auf Sphärizität, dass (nach BÜHNER 2004; S.179) eine substanzielle Korrelation der Items vorliegt und somit die Durchführung einer Faktorenanalyse zu rechtfertigen ist. Der Bartlett-Test bestätigt hierbei eine mit 0,000 signifikante Abweichung von der Nullhypothese, die von einer Korrelation aller Items gleich Null ausgeht (Chi-Quadrat-Wert von 1904 bei 136 Freiheitsgraden; vgl. Anhang Tab. A6). Die gute Eignung der Testkennwerte für die Faktorenanalyse bestätigt auch die Anti-Image-Matrix (vgl. Anhang Tab. A7). Die MSA-Koeffizienten der Diagonalen (durch Fettdruck hervorgehoben) besitzen mit $> 0,80$ nahezu durchwegs einen hohen Wert und legen somit eine faktorenanalytische Betrachtung der Item-Rohwerte nahe (BÜHNER 2004; S. 180). Die MSA-Koeffizienten der Items PB2 (0,776) und PB16 (0,743) liegen zwar unter 0,80 aber immer noch deutlich über dem Eignungsgrenzwert von $> 0,50$ (BÜHNER 2004; S. 180, BACKHAUS et al. 2011; S. 343). Somit ist auch deren Eignung für die Faktorenanalyse gegeben und es werden vor der Dimensionsreduzierung keine Variablen ausgeschlossen. Als weiteres Eignungskriterium schlagen DZIUBAN und SHIRKEY vor, den „Anteil der Nicht-diagonalen-Elemente, die ungleich Null sind ($> 0,09$)“ in der Anti-Image-Kovarianzmatrix (AIC) zu betrachten. Dieser sollte nicht mehr als 25% betragen (BACKHAUS et al. 2011; S. 342). Die Analyse der AIC zeigt, dass lediglich zwei Item-Item-Kovarianzen (PB1-PB16: 0,093 und PB13/PB16: 0,183) diesen Grenzwert überschreiten (vgl. Anhang Tab. A7). Damit beträgt bei 128 möglichen Kovarianzen der Anteil der „Nicht-diagonalen-Elementen“ nur 1,6% und somit ist die Korrelationsmatrix für eine faktorenanalytische Betrachtung geeignet.

Ausgehend von dem theoretischen Hintergrund (vgl. Kap. 3) mit Bezug zur Selbstbestimmungstheorie nach DECI & RYAN (2002) und den daraus entwickelten Skalen zur motivationalen Regulation (MÜLLER et al. 2007) wird eine vier-faktorielle Item-Struktur angenommen. Die Überprüfung erfolgt dabei mittels einer explorativen und nicht über eine konfirmatorische Faktorenanalyse, da die Normierung der motivationalen Skalen in den Fächern Mathematik, Informatik bzw. einem naturwissenschaftlichen Fach vollzogen wurde (MÜLLER et al. 2007; S. 6) und bereits die Skalenmatrix zur motivationalen Regulation (vgl. Anhang Tab. A4) dieser Untersuchung deutliche unterrichtsfachspezifische Unterscheide

vermuten lässt. Als ein Unterscheidungsprädiktor hierfür ist vor allem die deutliche Rechtschiefe der Items zur introjizierten und externalisierten Regulation (von 0,250 bis 3,038, vgl. Anhang Tab. A4) zu nennen. Hinzu kommt, dass die durch die explorative Faktorenanalyse (EFA) validierte Struktur „zweifelloso auch mit einer konfirmatorischen Faktorenanalyse bestätigt [würde]“. Zudem reagiert die EFA „wesentlich sensibler auf Stichprobenspezifitäten“ und stellt nach ROST „eine gute, eine ehrliche, häufig eine bessere Wahl“ dar (ROST 2007; S. 201).

Die Ergebnisse der explorativen Faktorenanalyse mittels Hauptkomponenten-Extraktion und Varimax-Rotation ist in der Tabelle A9 im Anhang dargestellt.

Geprüft wurde neben der dargestellten dreifaktoriellen Dimensionsreduzierung auch ein vierfaktorielles Modell. Dieses wäre zwar über das „Kaiser-Guttman-Kriterium“ zu rechtfertigen, da vier Faktoren interpretiert werden können, deren Eigenwerte über 1 (vgl. Anhang Tab. A8) liegen (BORTZ & SCHUSTER 2010, S. 415; BÜHNER 2004; S.183; RAITHEL 2007; S. 111). Dieses Entscheidungskriterium wird jedoch häufig als „unzureichend“ (ROST 2007; S. 206) und nur für Ausnahmefälle als statistisch legitimes Entscheidungskriterium angesehen (BORTZ & SCHUSTER 2010; S. 415). Zudem legt eine nach Geschlechtern differenzierte Betrachtung nahe, ein dreifaktorielles Modell vorzuziehen, da hier die Item-Zugehörigkeit innerhalb der Faktoren drei und vier nicht homogen ist.

Bei einem dreifaktoriellen Modell werden die Items des introjizierten und externalen Regulationsstils zu einem stabilen Faktor zusammengefasst. Dieses Modell rechtfertigt zudem der Scree-Test mittels des Eigenwertdiagramms in Abb. 32. Nach BORTZ & SCHUSTER (2010, S. 416) und BÜHNER (2004, S. 182) sind die Faktoren „bis zum Knick“ als bedeutsam anzusehen. Die Abbildung 32 zeigt einen deutlich erkennbaren Knick beim 3. Faktor. Demnach wäre eine Dimensionsreduzierung der Items auf 4 Faktoren abzulehnen. Bestätigt wird dies sowohl bei einer geschlechtsdifferenzierenden als auch bei einer geschlechtsunspezifischen Analyse der Screeplots.

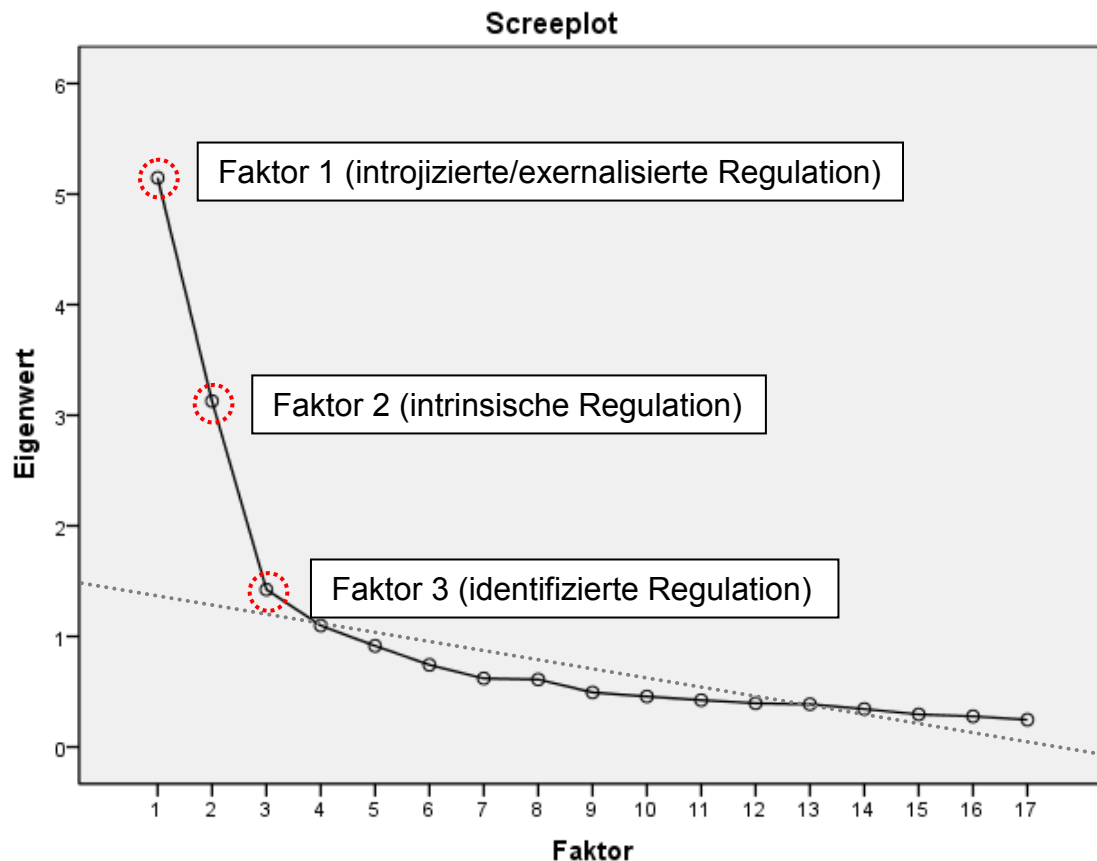


Abb. 32: Screeplot aus der SPSS-Ausgabe (Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; Items PB1-PB17)

Bei einer Reduzierung auf drei Faktoren beträgt die aufgeklärte Gesamtvarianz (rotierte Summe der quadrierten Ladungen) für die Hauptkomponenten-Extraktion 57,05% (bei analytischer Varimax-Rotation). Bei einer vierfaktoriellen Lösung ist die erklärte Gesamtvarianz bei varimax-rotierter Hauptkomponentenanalyse auf Grund des vierten Faktors mit 63,5% geringfügig höher. Da die Überschreitung der 50%-Marke in der sozialwissenschaftlichen Forschung als ausreichend betrachtet wird (SCHÖNECK & VOß 2005, S. 203), kann damit ein erklärter Varianzanteil von 57% bei drei extrahierten Faktoren als zufriedenstellend angesehen werden. Der Verlust an erklärter Varianz wird dabei in Anlehnung an BACKHAUS et al. „zugunsten der Variablenverdichtung bewusst in Kauf genommen“ (2011, S. 333). Gemäß der „Erklärten Gesamtvarianz“ (vg. Anhang Tab. A9) erklärt der erste Faktor 30,28%, der zweite Faktor 18,40% und der dritte Faktor 8,37 % der Gesamtvarianz. Damit ergibt sich eine kumulierte erklärte Gesamtvarianz von 57,05%. Mit drei latenten Faktoren können somit in ausreichender Güte die 17 Ausgangsvariablen ersetzt werden. Bei der Interpretation der „Rotierten Komponentenmatrix“ (vgl. Anhang Tab. A10) fällt auf, dass die angegebenen Ladungskoeffizienten zwischen den betreffenden Variablen und dem jeweiligen Faktor alle zum Teil deutlich über dem Mindestwert von 0,50 (BACKHAUS et al., 2011, S. 389) liegen. Dabei

bilden die Komponenten PB10, PB12, PB14, PB2, PB8, PB4, PB6, PB16 den Faktor „introjizierte/externalisierte Regulation“. Keines der beschriebenen Items hat dabei hohe Nebenladungen von $a > 0,3$ (RAITHEL 2006, S. 113; BACKHAUS et al. 2011, S. 389) auf andere Faktoren. Im zweiten Faktor werden alle Items der intrinsischen Motivation (PB13, PB9, PB1, PB17, PB5) mit hohen Hauptladungen zwischen 0,824 und 0,668 und niedrigen Nebenladungen $< 0,273$ gebündelt. Der dritte Faktor konstituiert sich aus den Items zur identifizierten Regulation (PB7, PB11, PB3, PB15) mit Hauptladungen jeweils zwischen 0,852 und 0,701. Betrachtet man die Nebenladungen, so fällt hier das Item PB15 ("Ich arbeite und lerne mit Satellitenbildern ... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann") als inkonsistenter auf. Das Item überschreitet mit 0,383 (bzw. 0,391 bei Maximum-Likelihood-Extraktionsmethode) die tolerierbare Nebenladung von maximal 0,30 auf einem anderen Faktor deutlich und wird demzufolge aus der Gesamtskala für die folgenden Analyseschritte eliminiert. Insgesamt bestätigt die Faktorenanalyse die Adaption der Variablen zur intrinsischen und identifizierten Regulation nach MÜLLER et al. (2007) deutlich. Die Reliabilitätsanalyse (vgl. Anhang Tab. 11) bestätigt die interne Konsistenz der Faktoren für alle drei Messzeitpunkte mit den jeweiligen Items B1-B17 (Prätest t_0), PB1-PB17 (Posttest t_1) und PPB1-PPB (Posttest t_2). Betrachtet man den Cronbachs α zur Schätzung der inneren Konsistenz der einzelnen Faktoren, so fällt auf, dass dieser zu allen drei Messzeitpunkten zum Teil deutlich über 0,70 liegt und somit mindestens „akzeptabel“ ist (GLIEM & GLIEM 2003, S. 87). Im Besonderen der Faktor 2 (intrinsische Regulation) sowie der Faktor 3 (identifizierte Regulation) sind hierbei hervorzuheben, da diese, trotz der geringen Item-Anzahl, eine hohe Reliabilität aufweisen (ROST 2007, S. 156). Die mittlere Inter-Item-Korrelation (MIC) mit Werten größer als 0,20 (vgl. Anhang Tab. A11) bestätigt als aussagekräftiger Homogenitätsindex (BÜHNER 2004, S. 123) die Annahme der Eindimensionalität der Faktoren.

6.1.2 Dimensionsreduzierung der Item-Gruppe „Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie“ und Prüfung der Diagnoseinstrumente

Die in der Untersuchung eingesetzten Skalen zur Erfassung des akademischen Selbstkonzeptes im Fach Geographie (EWG/GWG) beruhen auf den von DICKHÄUSER et al. (2002) konzipierten Skalen für Schüler. Die Adaption dieser bezugsnormspezifischen Skalen für den dargestellten Forschungskontext wird im Folgenden faktorenanalytisch untersucht. Ziel dieser Faktorenanalyse ist es zu prüfen, ob sich die von DICKHÄUSER et al. (2002) vorgeschlagenen Fähigkeitsdimensionen, die auf den vier Fähigkeitsurteilen „absolut“ sowie des „sozialen“, „individuellen“ und „kriterialen“ Vergleiches beruhen, auch für diese Untersuchung bestätigen lassen. Dabei werden analog zu der in Kapitel 6.1.1 beschriebenen Dimensionsreduzierung der motivationalen Skalen zunächst die Eignung der Skalen für eine

Faktorenanalyse anhand der Item-Verteilung und ihrer bivariater Korrelation geprüft. Entgegen der Erfassung der motivationalen Regulation beim Lernen und Arbeiten mit Satellitenbildern, bedarf es für die Bestimmung des akademischen Selbstkonzeptes keine spezifischen fachlichen Vorerfahrungen (DICKHÄUSER et al. 2002). Demzufolge wird der Eignungstest anhand der Items C2 bis C21 des Prätestes T_0 durchgeführt.

Die Verteilung der Item-Rohwerte zur Erfassung des fachlichen Selbstkonzeptes weichen insgesamt betrachtet nicht signifikant von der Normalverteilung ab. Dabei zeigen alle Operatoren eine eingipfelige und tendenziell leicht links schiefe Antwortenverteilung (vgl. Anhang Tab. A12). Die Kurtosis fällt innerhalb der zu prüfenden Skalen „kriteriales Selbstkonzept“ (C2-C6) und „individuelles Selbstkonzept“ (C7-C12) mit Werten zwischen -0,50 und 0,99 eher klein aus, was durch schmal-gipfeligen Histogramm-Verlauf der entsprechenden Items bestätigt wird.

Die Items des Faktors „soziales Selbstkonzept“ (C13-C18) haben einen etwas erhöhten Exzess-Wert (0,85 bis 1,59) und eine dementsprechend breitgipfeligere Verteilung (vgl. Anhang Tab. A12). Die statistische Kontrolle der Item-Rohwerte (mittels des Kolmogorov-Smirnov und des Shapiro-Wilk Testes) bestätigt die signifikante Normalverteilung der Items nicht. Die Gründe hierfür sind (wie in Kapitel 6.1.1 beschrieben) vordergründig in der fünf-stufigen Likertskalierung der Items zu suchen. Auf Grund der visuellen Prüfung der Häufigkeitsverteilung sowie der entsprechenden Normverteilungsdiagramme kann jedoch von einer hinreichenden Normalverteilung der Roh-Items für die folgenden Analysen ausgegangen werden (JANSSEN & LAATZ 2007, S. 249; BÜHL 2010, S. 165).

Für die faktorenanalytische Betrachtung der Selbstkonzept-Rohwerte werden die Items des allgemeinen Selbstkonzeptes (C19-C23) zunächst einmal ausgeschlossen, da diese Einschätzungen sowohl auf kriterialen als auch auf individuellen und sozialen Vergleichen beruhen und somit keinen signifikant trennbaren Faktor bilden. Dementsprechend wären hohe Nebenladungen auf anderen Faktoren zu erwarten, was entsprechende faktorenanalytische Voruntersuchungen bestätigen. Der KMO-Koeffizient (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) bestätigt mit einer Ausprägung von 0,911, dass eine „substanzielle Korrelation“ (BÜHNER 2004, S. 179) der Items vorliegt und somit eine Faktorenanalyse zu rechtfertigen ist (vgl. Anhang Tab. A13). Der mit einem Wert über 0,90 als sehr gut zu bewertende KMO-Test (BÜHL 2010, S. 588) wird durch den Bartlett-Test bekräftigt, der eine höchst signifikante Abweichung von der Nullhypothese zeigt (Chi-Quadrat- Wert von 2140,117 bei 136 Freiheitsgraden; vgl. Anhang Tab. A13). Nach BÜHL (2010, S. 588) legen diese Signifikanzparameter nahe, die Faktorenanalyse der Items fortzusetzen. Die letzte in diesem Kontext durchgeführte Prüfung ist die Sichtung der Anti-Image-Korrelations-Matrix. In Anlehnung an BÜHNER (2004, S. 180) geben die jeweiligen MSA-Koeffizienten der Hauptdiagonalen, mit Werten zwischen 0,769 (Item SK C9) und 0,953 (SK C2), keinen Anlass,

ein Item aus der Skalengruppen zu entfernen (vgl. Anhang Tab. A14). Die im Rahmen der Faktorenanalyse generierte rotierte Komponentenmatrix (Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse; Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung) zeigt jedoch, dass das Item C10 ("Ich bin ... weniger intelligent als früher/ intelligenter als früher") deutliche Nebenladungen (0,418) auf einem zweiten Faktor aufweist. Bereits der Mittelwertevergleich der Items (dargestellt in der Skalenstatistik zum geographischen Selbstkonzept; vgl. Anhang Tab. A12) lässt Auffälligkeiten in der Beantwortung dieser Einschätzungsfrage vermuten. Sowohl der hohe Mittelwert ($m_{C10} = 3,91$), die Linksschiefe (-0,773) als auch das steil-gipfelige Antwortspektrum (Kurtosis = 0,994) des Items C10 unterscheiden sich deutlich von den anderen Items zum individuellen Selbstkonzept. Aus diesen Gründen wird die Variable C10 für die abschließende Faktorenanalyse aus dem Variablenpool entfernt.

Die im Rahmen der anschließenden Faktorenanalyse durchgeführte Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation bestätigt die angenommene dreifaktorielle Variablenstruktur. Die dabei extrahierten Faktoren erklären in der Summe 62,35% der Gesamtvarianz aller Items (vgl. Anhang Tab. A15). Damit liegt der kumulierte Anteil der drei Faktoren deutlich über der von SCHÖNECK & VOß (2005, S. 203) postulierten 50%-Grenze und ist somit als ausreichend anzusehen. Der Scree-Test mit der grafischen Darstellung des Eigenwertverlaufs (vgl. Abb 33) bestätigt die Dimensionsreduzierung der Items zur Erfassung des Selbstkonzeptes der Schüler auf drei Faktoren.

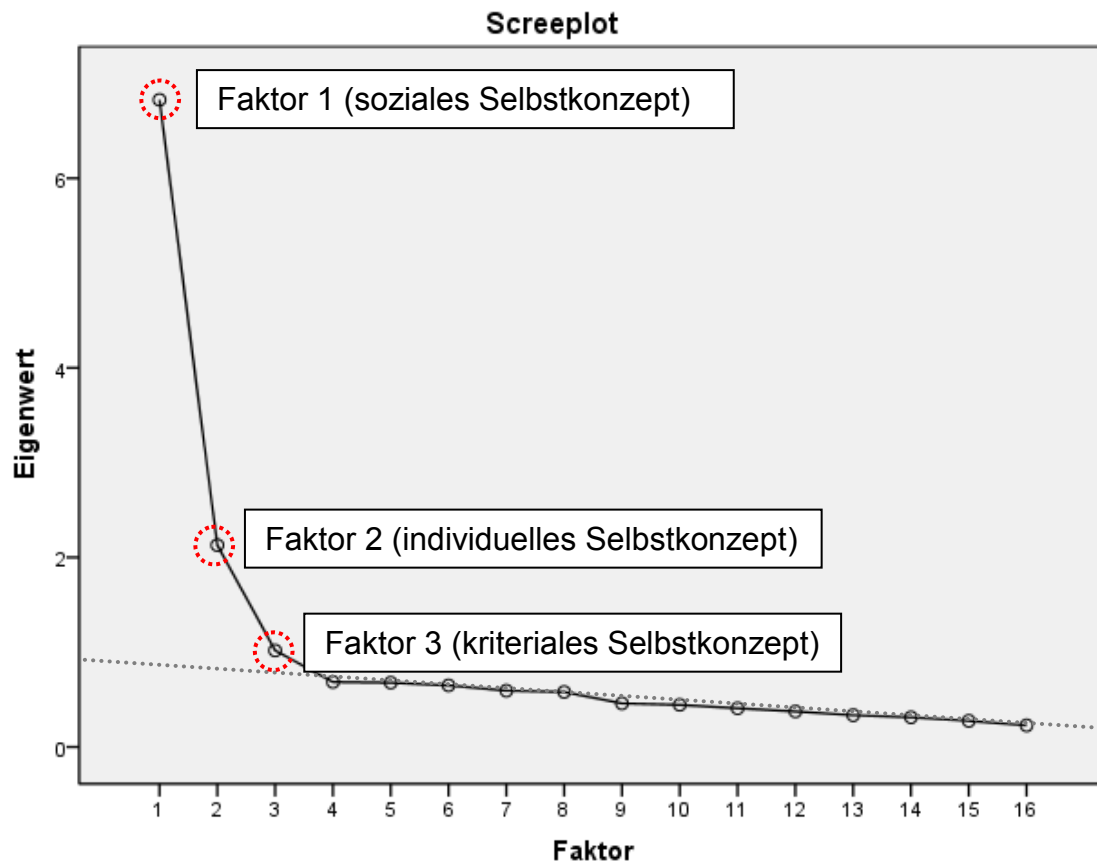


Abb. 33: Screplot aus der SPSS-Ausgabe (Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; Items C2-C17)

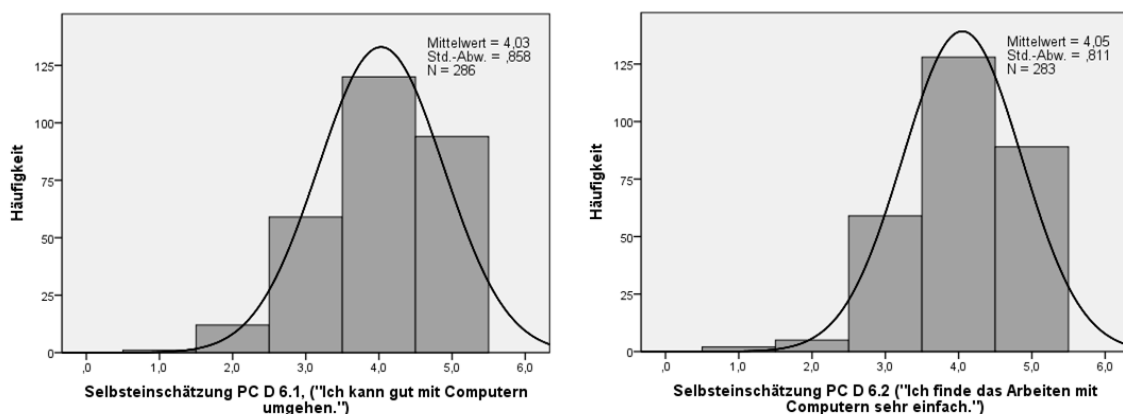
Die inhaltliche Interpretation der rotierten Komponentenmatrix (vgl. Anhang Tab. A16) zeigt, dass alle Items mit Ausnahme der Variablen C2 (*"Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, halte ich mich für ... nicht begabt / sehr begabt"*) deutlich Hauptladungen auf nur einem Faktor besitzen. Die Ladungen sind mit Werten zwischen $a_{C16} = 0,638$ und $a_{C15} = 0,804$ als "sehr gut" bis "herausragend" (ROST 2007, S. 202) zu bewerten.

Insgesamt bestätigt dabei die rotierte Komponentenmatrix die zugrundeliegende Item-Struktur von DICKHÄUSER et al. (2002). Der stabilste Faktor ist mit einer erklärten Gesamtvarianz von 42,68% der Faktor 1 "soziales Selbstkonzept". Abgebildet wird dieses Konstrukt mittels der Variablen C13-C18. Mit einer Varianzaufklärung von 13,31% konstituiert sich der Faktor 2 "individuelles Selbstkonzept" über die Items C7, C8, C9, C11 und C12. Der Faktor 3 "kriteriales Selbstkonzept" wird mit einer Varianzaufklärung von 6,36% über die Variablen C2 - C6 dargestellt. Damit zeigen sich deutliche Analogien zu den von DICKHÄUSER et al. (2002) durchgeführten Studien zur Konstruktion und Prüfung der Skalen zum akademischen Selbstkonzept. DICKHÄUSER et al. ermittelten für den Faktor "soziales Selbstkonzept" eine Varianzaufklärung von 43,3 bis 38,1%, für den Faktor "individuelles Selbstkonzept" 16,0 bis 11,4% und für den Faktor "kriterienbezogenes Selbstkonzept" 9,3 bis 6,4%. Eine Auffälligkeit

hingegen zeigen die Ladungen des Items C2. Hier stellen sich "befriedigende" Ladungen (ROST 2007, S. 202) sowohl auf dem Faktor 1 "soziales Selbstkonzept" ($a_{C2} = 0,448$) als auch auf dem Faktor 3 "kriteriales Selbstkonzept" ($a_{C2} = 0,496$) dar. Aus diesem Grund wird im Folgenden dieses Item beiden Faktoren zugeschrieben. Die Reliabilitätsanalyse der drei Skalen-Konstrukte mittels Prüfung der internen Konsistenz bestätigt die beschriebene Faktorenlösung mit durchwegs guten Cronbachs α Werten über 0,80. Für den ersten Faktor (soziales Selbstkonzept) ergibt sich ein Cronbachs α von 0,886 (ohne das Item C2 ein α -Wert von 0,883), für den zweiten Faktor (individuelles Selbstkonzept) beträgt Cronbachs α 0,840 und für den dritten Faktor (kriteriales Selbstkonzept) ergibt sich ein Cronbachs α von 0,815.

6.1.3 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer

Zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer kamen die von SCHWEIZER & HORN. (2010) getesteten Items zur Anwendung. Diese sind in Anlehnung an die Erhebungsbögen zur "Computer user self-efficacy (CUSE) scale" von CASSIDY & EACHUS (2002) entwickelt worden. Die Untersuchungsteilnehmer haben mittels einer fünfstufigen Likert-Skala (von 1 = "stimmt überhaupt nicht" bis 5 = "stimmt völlig") sieben Selbsteinschätzungen zum Umgang mit dem Computer vorgenommen (siehe Fragenbogen im Anhang). In der Skalenstatistik (vgl. Anhang Tab. A17) sind die wichtigsten Kennwerte der jeweiligen Antwortformate zusammenfassend dargestellt. Die grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilung der jeweiligen Antworten sind den folgenden Histogrammen zu entnehmen.



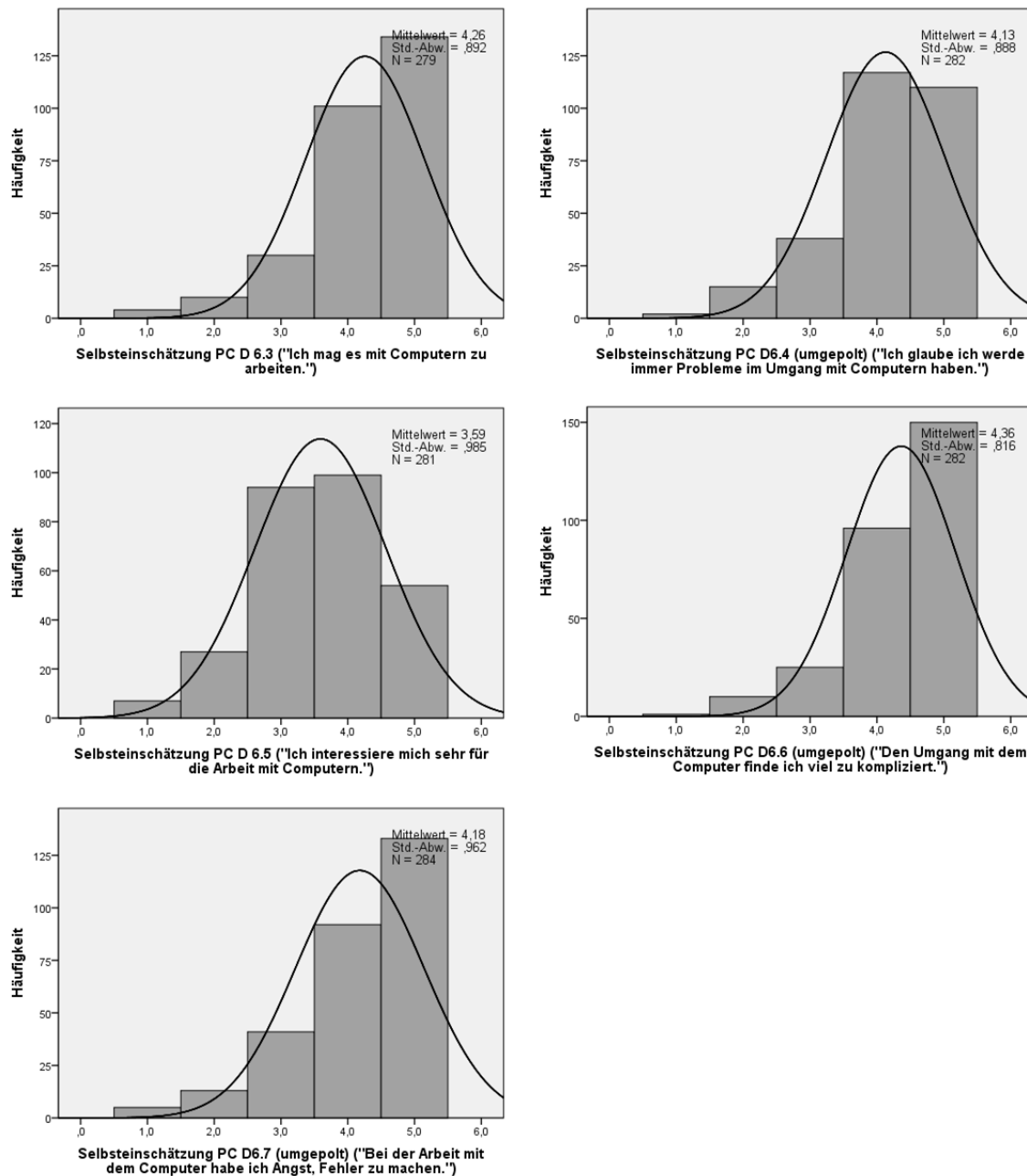


Abb. 34: Häufigkeitsverteilung der Item-Antworten PCD6.1, PCD6.2, PCD6.3, PCD6.4, PCD6.5, PCD6.6, PCD6.7 (Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer); Darstellung mit Normalverteilungskurve

Auffällig sind hier die durchgehend hohen Mittelwerte der Items ($m = 4,028$ bis $4,362$) sowie die damit verbundene Linksschiefe der jeweiligen Item-Verteilung mit Kennwerten zwischen $-0,591$ und $-1,326$. Einzig das Item PC D6.5 ("Ich interessiere mich sehr für die Arbeit mit Computern") fällt mit einem Mittelwert von $3,591$ und einer Schiefe von $-0,265$ etwas moderater aus. Betrachtet man die Kurtosis der Antwortverteilung, fallen die Items PC D6.3 ("Ich mag es mit Computern zu arbeiten", PC D6.6 umgepolt ("Den Umgang mit dem Computer finde ich viel zu kompliziert" und PC D6.7 umgepolt ("Bei der Arbeit mit dem Computer habe ich Angst, Fehler zu machen") durch ihre leptokurtische, also spitz zulaufende Verteilung, auf. Insgesamt weisen

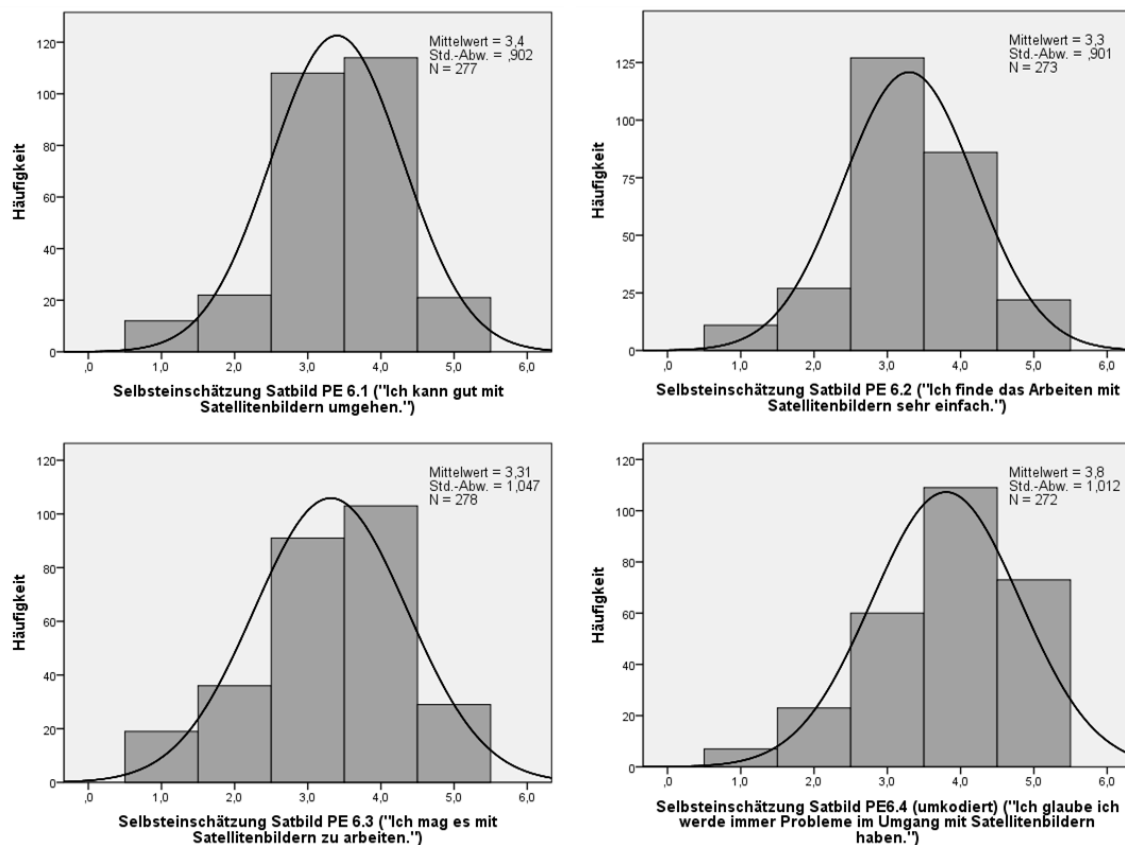
alle Antworten auf eine durchgehend hohe Tendenz zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer hin.

Die faktorenanalytische Betrachtung der Items zeigt, dass alle erhobenen Parameter auf einer latenten Komponente, mit einer erklärten Gesamtvarianz von 53,1%, laden, wodurch der zufriedenstellende Varianzanteil von 50% "überschritten wird" (RAITHEL 2006, S. 111). Weder der Screeplot, als grafischer Test zur Bestimmung der geeigneten Faktorenanzahl, noch der Eigenwertverlauf der Hauptkomponentenanalyse begründen eine mehrfaktorielle Lösung. Bei einer zweifaktoriellen Erklärung (Faktor1: PC D6.5; PC D6.3, PC D6.2 und PC D6.1 und Faktor 2, bestehend aus den umgepolten Variablen: PC D6.7, PC D6.4 und PC D6.6) beträgt die erklärte Gesamtvarianz zwar 67,4%, die Nebenladungen der Items (D6.2, D6.1 und D6.6) wären allerdings so hoch, dass diese zu eliminieren wären und sich demzufolge keine hinreichend trennbaren Faktoren herausstellen würden. Die Betrachtung der bivariaten Korrelation der einzelnen Parameter (vgl. Anhang Tab. A18,) bestätigt die intern hohe Korrelation der Items. Auf Grund der erheblichen Linksschiefe der Antwortverläufe wurde ein nichtparametrisches Verfahren zur Bestimmung des bivariaten Zusammenhangs gewählt. Der Vergleich der Kennwerte mittels der Pearson-Korrelation, als parametrisches Verfahren für hinreichend normalverteilte Daten, liefert durchwegs vergleichbare Werte. Die Korrelationen sind in allen Fällen auf 0,01 Niveau signifikant. Alle Korrelationskoeffizienten bewegen sich im deutlich positiven Bereich mit Werten zwischen $r = 0,199$ und $r = 0,723$. Die Prüfung auf interne Konsistenz des Faktors "Selbstkonzept: Computer", mittels der Reliabilitätsanalyse (vgl. Anhang Tab. A19), bescheinigt mit einem Cronbachs α von 0,847 eine als "sehr gut" zu bezeichnende Reliabilität der Skala (ROST 2007, S. 157). Dabei zeigt sich einerseits, dass der Cronbachs α - Koeffizient nicht verbessert wird, wenn ein Item weggelassen würde, zum anderen weist die korrigierte Item-Skala-Korrelation mit Werten von $r_{itc} = 0,477$ bis $r_{itc} = 0,718$ darauf hin, dass alle Items (nach BÜHNER 2004, S. 129) eine mittlere bis hohe Trennschärfe besitzen. Damit spiegeln die einzelnen Items inhaltlich die anderen Items der Skala gut wieder (RAITHEL 2006, S. 117). Zusammenfassend lässt sich damit feststellen, dass alle sieben Items einen stabilen und intern konsistenten Faktor bilden. Dieser wird im Folgenden mit dem Terminus "Selbstkonzept Computer" bezeichnet.

6.1.4 Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern

Analog zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer wurde bei Erhebung der Selbsteinschätzung in der Auseinandersetzung mit Satellitenbildern vorgegangen. Dementsprechend kamen die adaptierten Erhebungsbögen zur "Computer user self-efficacy (CUSE) scale" von CASSIDY UND EACHUS (2002) zum Einsatz. Die Items wurden dabei neu kontextualisiert und auf den Umgang mit Satellitenbildern bezogen. Auf das Item "Bei

der Arbeit mit Satellitenbildern habe ich Angst, Fehler zu machen" wurde verzichtet, da der Vortest zeigte, dass sich dieses Item im Kontext "Umgang mit Satellitenbildern" aus semantischen Gründen als nicht sinnvoll erwiesen hat. Für die faktorenanalytische Betrachtung der Items zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern werden im Folgenden die Antworten des Posttestes t_1 herangezogen. Der Grund hierfür liegt, wie bereits im vorangehenden Kapitel beschrieben, an den zum Teil sehr heterogenen Vorerfahrungen der Probanden in der Auseinandersetzung mit Fernerkundungsdaten. Durch die intensive Beschäftigung mit Satellitenbildern im Rahmen des Treatments konnte hier ein sukzessiver Angleich der Erfahrungen geschaffen werden, wodurch die Beantwortung der Fragen im Rahmen des Posttestes t_1 als inhaltlich verlässlicher einzustufen ist. Eine Zusammenstellung der wichtigsten statistischen Parameter ist der Tab. A20 (Anhang) zu entnehmen. Die grafische Visualisierung der Häufigkeitsverteilung ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



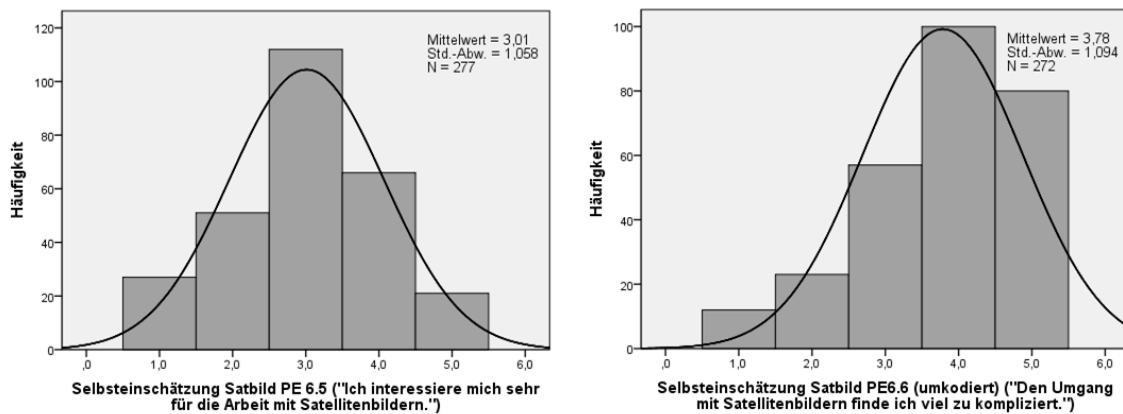


Abb. 35: Häufigkeitsverteilung der Item-Antworten Satbild PE6.1, Satbild PE6.2, Satbild PE6.3, Satbild PE6.4 (umgepolt), Satbild PE6.5, Satbild PE6.6 (umgepolt) (Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern); Darstellung mit Normalverteilungskurve

Analog zur Computer- Selbsteinschätzung fallen auch hier tendenziell erhöhte Mittelwerte sowie eine damit einhergehende Linksschiefe der Antwortspektren, bei homogener Standardabweichung, auf. Der Exzess (Kurtosis) der Antwortverteilung bewegt sich mit Werten zwischen -0,423 und 0,535 um den Nullpunkt und ist daher als weder auffällig platykurtisch noch als ausgeprägt leptokurtisch zu bezeichnen. Auch hier fällt das Item PE6.5 ("Ich interessiere mich sehr für die Arbeit mit Satellitenbildern") etwas aus der Reihe. Bei ähnlicher Tendenz im Vergleich zu den anderen Variablen sind hier der Mittelwert ($m = 3,009$) und die Schiefe mit -0,134 jedoch weniger deutlich über dem theoretisch zu erwartenden arithmetischen Gesamtmittel angesiedelt (vgl. Anhang Tab. A20).

Im Zuge der explorativen Faktorenanalyse lässt sich nur eine Faktorenkomponente extrahieren. Die Summe der quadrierten Faktorenladungen dieser Komponente erklären 60,209% der Gesamtvarianz aller Ausgangsvariablen, bei einem Eigenwert von 3,613. Der zweite mögliche Faktor liegt mit einem Eigenwert von 0,852 deutlich unter der Schwelle des Kaiser-Kriteriums, das einen Eigenwert >1 verlangt (RAITHEL 2006; S.111). Damit ist von einer Dimensionsreduzierung der Variablen auf nur einen latenten Faktor auszugehen, was darüber durch den Verlauf des Screeplots bestätigt wird. Die Kennwerte zur Darstellung der bivariaten Korrelation der sechs Variablen (vgl. Anhang Tab. A21) bekräftigen den deutlich positiv korrelierenden Zusammenhang der Items. Dieser ist für alle Variablen auf 0,01 Niveau signifikant. Auf Grund der optischen Prüfung der jeweiligen Häufigkeitsverteilungen Satbild PE6.1 bis Satbild PE6 (vgl. Abb. 35) kann von einer hinreichenden Normalverteilung der Antwortspektren ausgegangen werden. Aus diesem Grund wurde zur Darstellung der bivariaten Zusammenhänge die Pearson-Korrelation (r_{Pearson} : von 0,355 bis 0,756) als parametrisches Verfahren gewählt. Ein Vergleich mit Rangkorrelationskoeffizienten wie dem Spearmans Rho und dem Kendalls Tau-b lieferte vergleichbare Ergebnisse (r_{Spearman} : von 0,314 bis 0,708; r_{Kendalls} : von 0,271 bis 0,660) bei durchwegs signifikanten Korrelationen auf 0,01 Niveau.

Als letztes Testverfahren wurde eine Reliabilitätsanalyse der sechs Items zur Prüfung der internen Konsistenz durchgeführt (vgl. Anhang Tab. 22). Dabei ergibt sich auch hier ein als "exzellent" (ROST 2007, S. 157) einzustufender Cronbachs Alpha Koeffizient von $\alpha = 0,866$, der sich auch nicht durch Ausschluss eines der Items verbessern lässt (vgl. Anhang Tab. A22).

Die korrigierte Item-Skala-Korrelation weist mit Werten von $r_{itc} = 0,565$ bis $r_{itc} = 0,734$ zudem auf eine durchgehend "hohe Trennschärfe" (BÜHNER 2004, S. 129) der Items hin.

Insgesamt betrachtet lässt sich daraus schließen, dass sich die sechs Items zur Erfassung des Selbstkonzeptes im Umgang mit Satellitenbildern durch eine latente Komponente verlässlich abbilden lassen. Diese wird im Folgenden "Selbstkonzept Satellitenbild" genannt.

6.2 Veränderungen der Lernausgangsbedingungen in den Subgruppen

6.2.1 Veränderungen der motivationalen Regulationsstile

Wie im vorangehenden Kapitel dargelegt, liegt in der intrinsischen Motivation eine zentrale Ausgangsbedingung für den intendierten Lernfortschritt der Untersuchungsteilnehmer (vgl. Kap. 3.1.1). Aus diesem Grund wird diesem Faktor eine hohe Bedeutung beigemessen. Die folgende Darstellung zeigt die Veränderung dieses Prädiktors über die drei Messzeitpunkt t_0 (Prätest), t_1 (Posttest 1) und t_2 (Posttest 2). Zur Erfassung der geschlechtsspezifischen Unterschiede werden die untersuchten Schüler nach männlich und weiblich getrennt dargestellt.

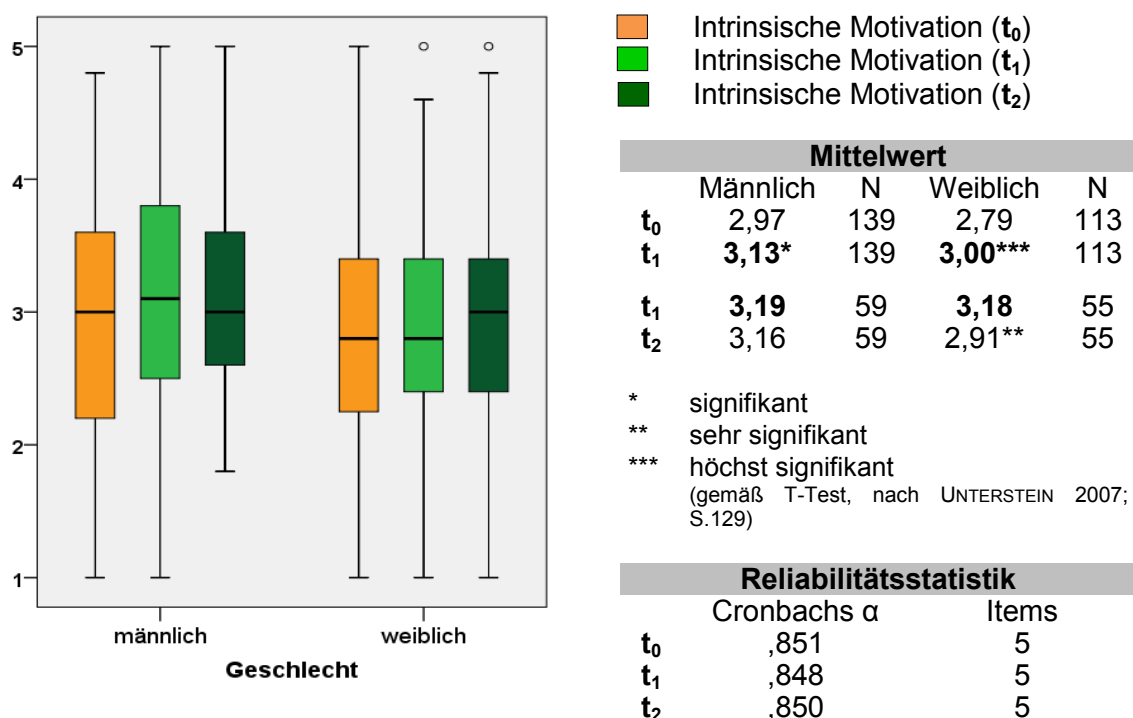


Abb. 36: Veränderung der intrinsisch-motivationalen Regulationsstile bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung

Betrachtet man die Entwicklung der Mittelwerte, so fällt auf, dass diese geschlechtsübergreifend vom Prätest zum Posttest ansteigen um dann bei den männlichen Teilnehmern auf höherem Niveau zu konsolidieren. Bestätigt wird dies durch den Post-Posttest nach dem Treatment im schulischen Umfeld. Die Signifikanzprüfung der Stichproben hinsichtlich der Mittelwerte zeigt, dass die auftretenden Mittelwertunterschiede ($t_0 - t_1$) bei den männlichen Probanden signifikant sind (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben ($t_0 - t_1$): $p = 0,012$; $T = -2,554$; Effektstärke Cohens ($d = m_{t_1} - m_{t_2}/s$) = 0,217):

Bei den weiblichen Versuchsteilnehmerinnen sind diese als höchst signifikant zu werten (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben ($t_0 - t_1$): $p = 0,001$; $T = -3,34$; Cohens $d = 0,314$; ($t_1 - t_2$): $p = 0,007$; $T = -2,779$). Die Veränderung des Median (visuell dargestellt durch den horizontalen Strich in den jeweiligen Boxplots) bestätigt als nichtparametrisches Verfahren diese Zunahme bzw. Konsolidierung auf leicht höherem Niveau.

Betrachtet man weiterhin die Geschlechtsunterschiede, so lässt sich feststellen, dass den männlichen Schülern im arithmetischen Mittel über alle Klassen betrachtet eine um 0,18 Skalenwerte höhere intrinsische (Ausgangs-) Motivation zu attestieren ist (gemäß T-Test für Mittelwertgleichheit bei unabhängigen Stichproben; Varianzen sind nicht gleich: $p = 0,096$; $T = 1,672$). Dieser Abstand verringert sich von t_0 zu t_1 hin auf 0,13. Bei einem angenommenen Konfidenzintervall von 95% ergibt sich jeweils kein statistisch signifikanter Unterschied der beiden Geschlechter ($p = 0,065$; $T = 1,854$). Im Post-Posttest beträgt der Mittelwertunterschied sogar 0,247 Skalenwerte. Hier sind die Unterschiede der Mittelwerte jedoch vor allem auf Grund der geringeren Probandenzahl nicht nachweislich signifikant ($p = 0,115$; $T = 1,590$). Eine zusätzliche Aussagekraft besitzen in diesem Kontext die jeweiligen Box-Whisker-Plots zur Darstellung der Streuungs- und Lagemaße der spezifischen Antworten. Auffällig erscheint hierbei, dass sich die unteren Quartile der Boxplots im Laufe der drei Untersuchungszeitpunkte (t_0 , t_1 und t_2) für beide Geschlechter noch oben verschieben. Der Interquartilsabstand zwischen unterem und oberem Quartil verringert sich bei beiden Geschlechtern von t_0 zu t_1 geringfügig. Somit verringert sich der Varianzbereich innerhalb dessen die mittleren 50% der Antwortspektren liegen. Zudem zeigt sich bei den männlichen Untersuchungsteilnehmern des t_2 eine deutliche positive Verschiebung der unteren Antenne und somit des niedrigsten (internalisierten) Motivations-Wertes.

Ein auf Klassenebene differenziertes Bild liefert die folgende zusammenfassende Darstellung:

oder Relevanz eines Effektes" (ROST 2007; S. 212). Daher wird im Folgenden als zusätzlicher Effektindikator die Effektstärke Cohens d (COHEN 1988; ROST 2007) mitberücksichtigt. Trotz der hohen statistischen Signifikanz der Gesamtgruppe lässt sich bei einer Effektstärke Cohens d von 0,26 nur eine kleine Veränderung der Motivation konstatieren. Dahingegen zeigen sich bei klassendifferenzierter Analyse deutlich divergierende Auswirkungen des Treatments T_1 . Dies wird einerseits durch die Veränderung der Mittelwerte und den daraus resultierenden Effektstärken repräsentiert. Andererseits lassen sich auch in der Entwicklung der Mediane und deren Varianz (von t_0 zu t_1), dargestellt mit Hilfe der Boxplots, auffällige Unterschiede erkennen (vgl. Abb. 37). Gemäß Tab. 4 reichen die Mittelwerte der Baseline-Messung von 2,50 (Klasse Nr. 2) bis 3,40 (Klasse Nr. 5). Die des Posttestes liegen zwischen 2,70 und 3,46 auf Klassenebene. Betrachtet man die Entwicklung der intrinsischen Regulation der Motivation, so zeigt keine der Klassen eine mathematische und dementsprechend signifikante Abnahme des Mittelwertes. Eine Stagnation des intrinsischen Motivationsfaktors lässt sich anhand der Mittelwertentwicklung in den Klassen Nr. 5, 9, 10 und 13 vermuten. Eine geringfügige Zunahme ist in den Klassen mit der Nummer 1, 2, 4, 8, 11, 12 zu erkennen. Eine "sehr signifikante" Zunahme (nach UNTERSTEIN 2007; S.129) zeigt sich in der Klasse Nr. 7 (nach Wilcoxon-Test: $p = 0,006$; $Z = -2,728$) und eine höchst signifikante Zunahme weist die gymnasiale Klasse Nr. 6 (nach Wilcoxon-Test: $p < 0,001$; $Z = -3,501$) auf. Die Mediane der Boxplots bestätigen diese Tendenzen. Auffällig hierbei erscheinen die großen Unterschiede im jeweiligen Varianzmaß der Antwortverteilungen. Fast ausnahmslos verringern sich die Längen der Boxen bzw. des Interquartilsabstandes von t_0 zu t_1 hin und damit die Varianz des Faktors "intrinsische Motivation" in t_1 . Ähnlich ausgeprägt erscheinen die Divergenzen, betrachtet man die Gesamtlänge der Boxplots inklusive der oberen und unteren Antenne. So erstrecken sich in den Klassen Nr. 4, 5 und 10 die entsprechenden Boxplots fast über vier Skalenwerte, während die Gesamtvarianz der Klassen Nr. 7 und 8 (abzüglich der wenigen Ausreißer) weniger als zwei Skalenwerte umfasst und dementsprechend auf Klassenebene deutlich homogener erscheint. Die erkennbaren deutlichen Divergenzen zwischen den einzelnen Klassen hängen trotz des organisatorischen Parallelisierens der Versuchsrahmenbedingungen und den erfassten unabhängigen Variablen (wie Geschlecht, Alter und Schulart) mit einer Vielzahl unkontrollierbarer Störfaktoren zusammen. Diese spiegeln sich zu einem nicht unerheblichen Teil in den Erkenntnissen über das Handeln und Verhalten der Lernenden im Rahmen der teilnehmenden Beobachtung wieder und werden im Diskussionsteil der Arbeit ausführlicher eruiert.

Als weiterer bedeutender Faktor motivationalen Handelns wird im Folgenden die Veränderung des extrinsisch-introjierten Regulationsstils der Motivation beschrieben. Die Abb. 38 stellt die statistische Entwicklung dieses Faktors, unter Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Auffälligkeiten, über die drei Erhebungszeitpunkte der Studie, dar:

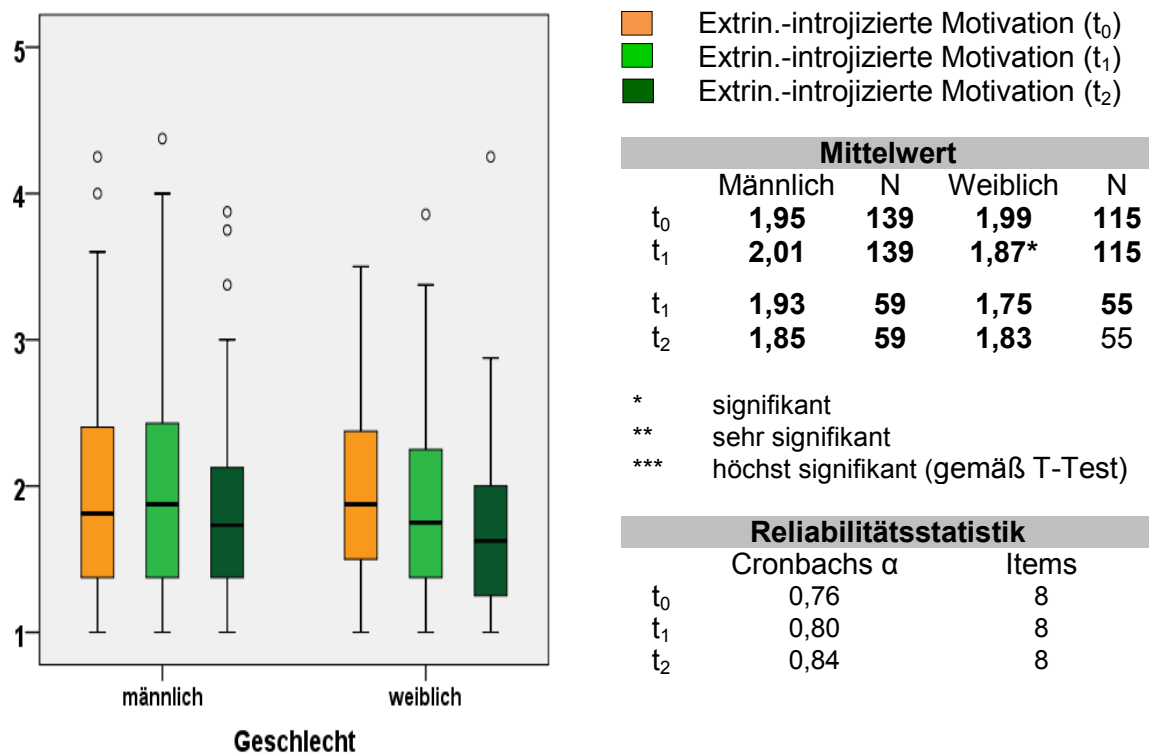


Abb. 38: Veränderung der extrinsisch- introjizierten Regulationsstile der Motivation bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung

Konträr zum intrinsisch motivierten Regulationsstil zeigen fast alle Mittelwerte des Faktors "extrinsische-introjizierte Motivation" eine auffällige Tendenz zur Abnahme im Laufe der Untersuchung. Diese Verringerung ist bei den weiblichen Probanden von t₀ zu t₁ hin statistisch signifikant, bei geringer Effektstärke (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben: $p = 0,018$; $T = 2,396$; Cohens $d = 0,22$). Die anderen Mittelwertveränderungen sind jedoch weder statistisch signifikant noch lässt sich für diese eine entsprechende Effektstärke statistisch nachweisen.

Die Entwicklung der Boxplots sowie die darin dargestellten Mediane lassen auch eine Abnahme des dargestellten Faktors im Laufe der Untersuchung vermuten. Auffällig erscheint hier neben der tendenziellen Abnahme der Mediane vor allem die Reduzierung der Varianz der Antwortspektren - vorzugsweise bei den weiblichen Probanden. Für beide Geschlechter bewegen sich die Mittelwerte beziehungsweise die Mediane der Antworten für alle Messzeitpunkte auf einem auffällig niedrigen Skalenniveau. Dadurch lassen sich in Verbindung mit der positiven Veränderung des Faktors "intrinsische Motivation" positive Rückschlüsse auf die "wahrgenommene eigene Selbstbestimmung" der Versuchsteilnehmer vermuten. Dies gilt gleichermaßen für die positive Entwicklung des Selbstbestimmungsindex (SDI) im Lauf der Untersuchung (MÜLLER et al. 2007, S. 7). Die folgende Darstellung stellt zusammenfassend den in Anlehnung an MÜLLER et al. (2007) mathematisch ermittelten Selbstbestimmungsindex (SDI) ($= 2 \times \text{intrinsische Regulation} + \text{identifizierte Regulation} - 3 \times \text{extrinsisch/introjizierte Regulation}$) der Versuchsprobanden sowie seine Entwicklung während des Untersuchungszeitraum dar.

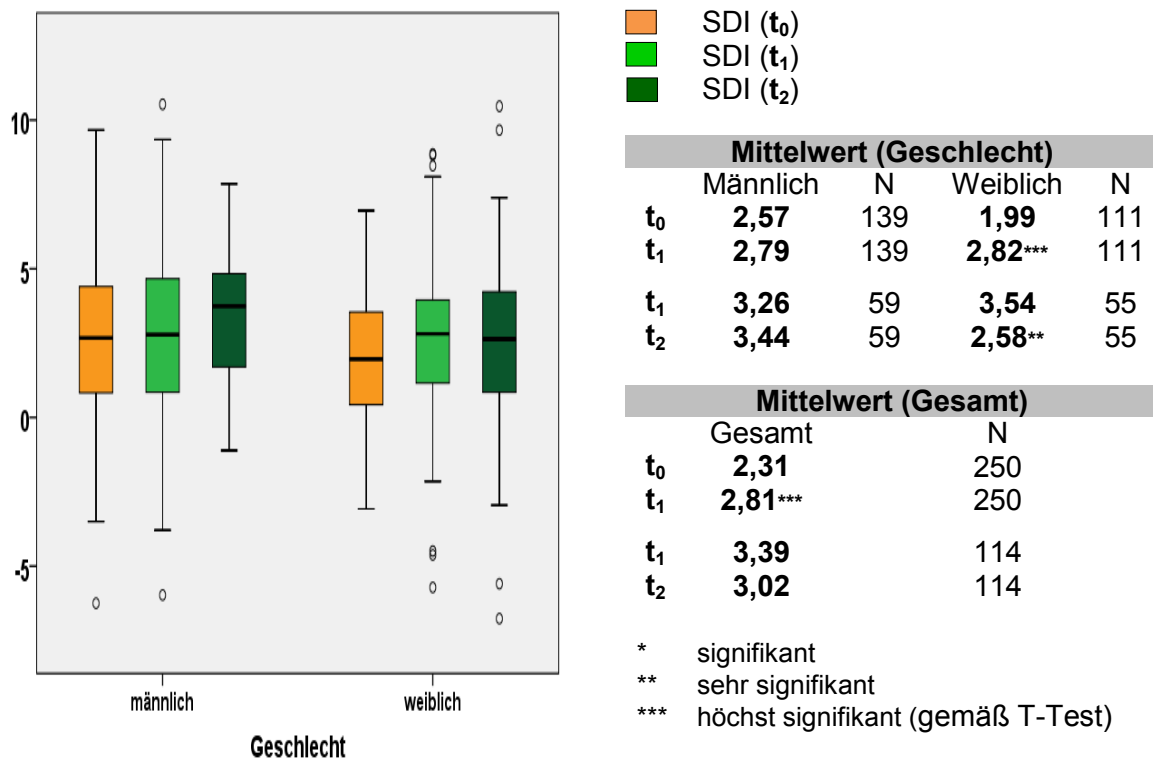


Abb. 39: Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) bei geschlechtsdifferenzierter und geschlechtsübergreifender Betrachtung

Es zeigt sich einerseits, dass sich der SDI sowohl bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung (männliche Versuchspersonen: 2,57 bis 3,44; weibliche Versuchspersonen: 1,99 bis 3,54) als auch bei der zusammenfassenden Gesamtbetrachtung mit Werten zwischen 2,31 und 3,39 deutlich im positiven Bereich bewegt (vgl. Abb. 39). Zudem weisen die weiblichen Versuchsteilnehmer in der Baseline-Messung (t₀) einen im Vergleich zu ihren männlichen Mitschülern ausgeprägt niedrigeren Selbstbestimmungsindex auf. Betrachtet man die Entwicklung des SDI, so fällt die Zunahme von t₀ zu t₁ in der Gesamtpopulation ($p = 0,001$; $T = -3,527$) als höchst signifikant ins Auge. Die Effektstärke (Cohens $d = 0,22$) attestiert diesem Anstieg jedoch nur einen "kleinen Effekt" (ROST 2007, S. 218). Deutlicher fällt die Effektstärke bei der Betrachtung des SDI-Anstiegs von t₀ nach t₁ bei den Schülerinnen ($p < 0,001$; $T = -4,241$; Cohens $d = 0,43$) aus. Betrachtet man die Boxplots, so spiegeln auch die darin dargestellten Mediane den tendenziellen Anstieg des SDI im Rahmen der Untersuchung wider. Auffällig bleibt jedoch die große Varianz des SDI über die drei Messzeitpunkte. Diese scheint bei den weiblichen Probanden etwas geringer zu sein. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sowohl bei t₁, als auch bei t₂ einige Ausreißerinnen in der Boxplot-Darstellung nicht berücksichtigt werden. Die genaue Veränderung des SDI aller Versuchsteilnehmer von t₀ nach t₁ ist der folgenden Darstellung (Abb.40) zu entnehmen. Operationalisiert wird die Veränderung des SDI durch die Differenzbildung $SDI\ t_1 - SDI\ t_0$.

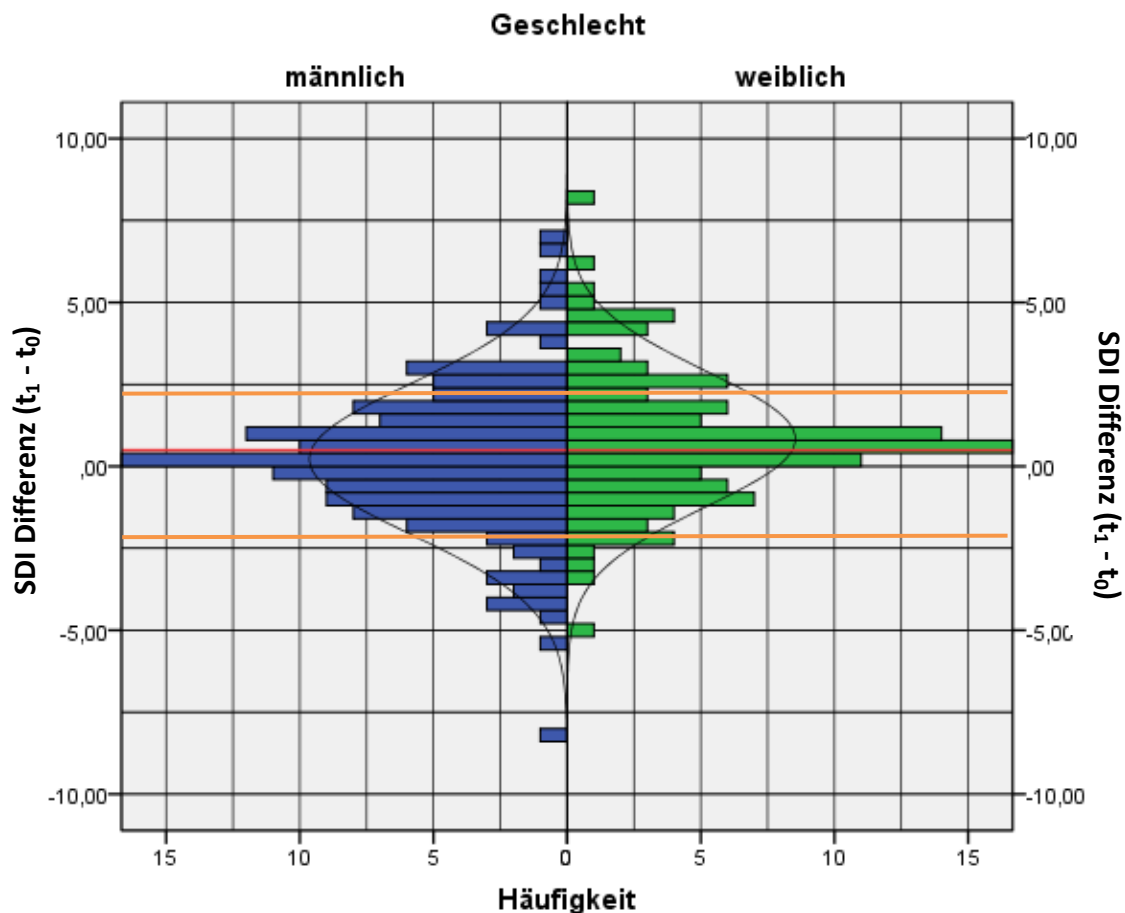


Abb. 40: Geschlechtsdifferenzierte Häufigkeitsverteilung der Veränderung des Selbstbestimmungsindex von t_0 zu t_1 (die beiden orangenen horizontalen Linien markieren die Abweichung um eine Standardabweichung; $s_{\text{gesamt}} = 2,22$)

SDI Differenz ($t_1 - t_0$) in Abhängigkeit vom Geschlecht					
Geschlecht	Mittelwert	N	Standardabweichung	Gruppiertes Median	Varianz
männlich	0,22	139	2,30	0,18	5,29
weiblich	0,83	111	2,076	0,70	4,31
Insgesamt	0,50	250	2,22	0,43	4,93

Tab. 5: Statistische Kennzahlen zur Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) von t_0 zu t_1 (in Abhängigkeit vom Geschlecht)

Im arithmetischen Mittel hat der SDI um 0,495 Skalenpunkte (bei $N_{\text{gültig}} = 250$; visualisiert durch die horizontal verlaufende rote Linie) zugenommen (vgl. Tab. 5). Vergleicht man gemäß Abb. 50 die Intervalle der männlichen und weiblichen Versuchsteilnehmer miteinander, so unterscheiden sich zunächst die "Maximal-Peaks" voneinander. Der Maximal-Ausschlag der männlichen Probanden liegt im Bereich 0 bis +0,4 (bei einer zugrundeliegenden Intervallbreite von 0,4 Skalenwerten). Der höchste Peak bei den Probandinnen ist bei +0,4 bis +0,8, was einer höheren Zunahme des SDI entspricht. 33 Schülerinnen (29,7%) ist insgesamt betrachtet eine Abnahme des SDI zu attestieren. Eine Abnahme um mehr als 2,4 Skalenwerte ist allerdings nur bei 4 Schülerinnen (3,6%) beobachtbar. Bei 78 Schülerinnen (70,3%) besteht eine Zunahme

des SDI - davon bei 22 Schülerinnen (19,8%) eine Steigerung um mehr als 2,4 Skalenwerte. Demgegenüber stehen 60 männliche Versuchsteilnehmer (43,1%), die eine negative SDI-Differenz erkennen lassen und davon 14 Jungen (10,1%) mit einer Abnahme um mehr als 2,4 Skalenwerte. 79 Probanden (57,9%) weisen eine positive SDI Differenz auf - davon ist bei 20 Schülern (14,4%) ein Anstieg um mehr als 2,4 Skalenwerte zu beobachten. Insgesamt überwiegen also deutlich die Versuchsteilnehmer mit einer positiven Entwicklung des SDI. Am deutlichsten erscheint diese Zunahme bei den weiblichen Teilnehmerinnen.

Betrachtet man die Entwicklung des SDI in Bezug auf das jeweilige Alter der Probanden, so fällt mit Ausnahme der 15-Jährigen die zum Teil deutliche Zunahme des SDI auf. Diese Steigerung ist bei den 14- und 16-Jährigen Schülern signifikant. Von "praktischer Bedeutsamkeit" (ROST 2007, S. 213) ist sie vor allem auf Grund der mittleren Effektstärke bei den 17 und 18-Jährigen. Hierbei ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass diese Altersgruppe im Vergleich zu den anderen ein auffällig niedrigeres Ausgangsniveau des Selbstbestimmungsindex-Koeffizienten besitzen (vgl. Anhang Tab. A23). Schwache Effektstärken - bei höheren SDI-Ausgangsniveaus - sind bei den 12-Jährigen (Cohens $d = 0,36$), den 14-Jährigen (Cohens $d = 0,39$) sowie bei den 16 Jahre alten Schülern (Cohens $d = 0,37$) zu beobachten.

Die Abb. 41 stellt die SDI Entwicklung in Abhängigkeit von der jeweiligen Schulart der Teilnehmer dar. Betrachtet man die grafische Darstellung zur Veränderung des SDI-Index (Abb. 41), so fällt auf, dass das Maximum der Verteilung bei Schülern des Gymnasiums ($N_{\text{gültig}} = 163$) bei +0,4 bis +1,2 liegt, wohingegen der Maximal-Peak bei den Realschülern ($N_{\text{gültig}} = 87$) bei 0 bis +0,4 zu finden ist. Insgesamt ist bei 106 Schülern des Gymnasiums (65,0%) bzw. 49 Schülern der Realschule (56,3%) eine Zunahme des SDI zu erkennen. Demgegenüber stehen 57 Gymnasiasten (35%) und 38 Realschüler (43,7%), die eine statistische Abnahme zu verzeichnen haben. Der Anteil der Schüler, die eine Zunahme des SDI um mehr als 2,4 Skalenwerte (also mehr als eine Standardabweichung) erkennen lassen, ist ebenfalls bei den gymnasialen Schülern (32 Schüler oder 19,6%) höher als bei den Schülern der Realschule (10 Schüler oder 11,5%). Bei der Abnahme des SDI um mehr als 2,4 Skalenpunkte ist die absolute Zahl auf Seiten des Gymnasiums höher (Gymnasium: 11; Realschule: 7). Betrachtet man jedoch den prozentualen Anteil, so fällt die Abnahme des SDI (um mehr als 2,4) auf Seiten der Realschule deutlicher aus (Gymnasium: 6,7% ; Realschule: 8,0%).

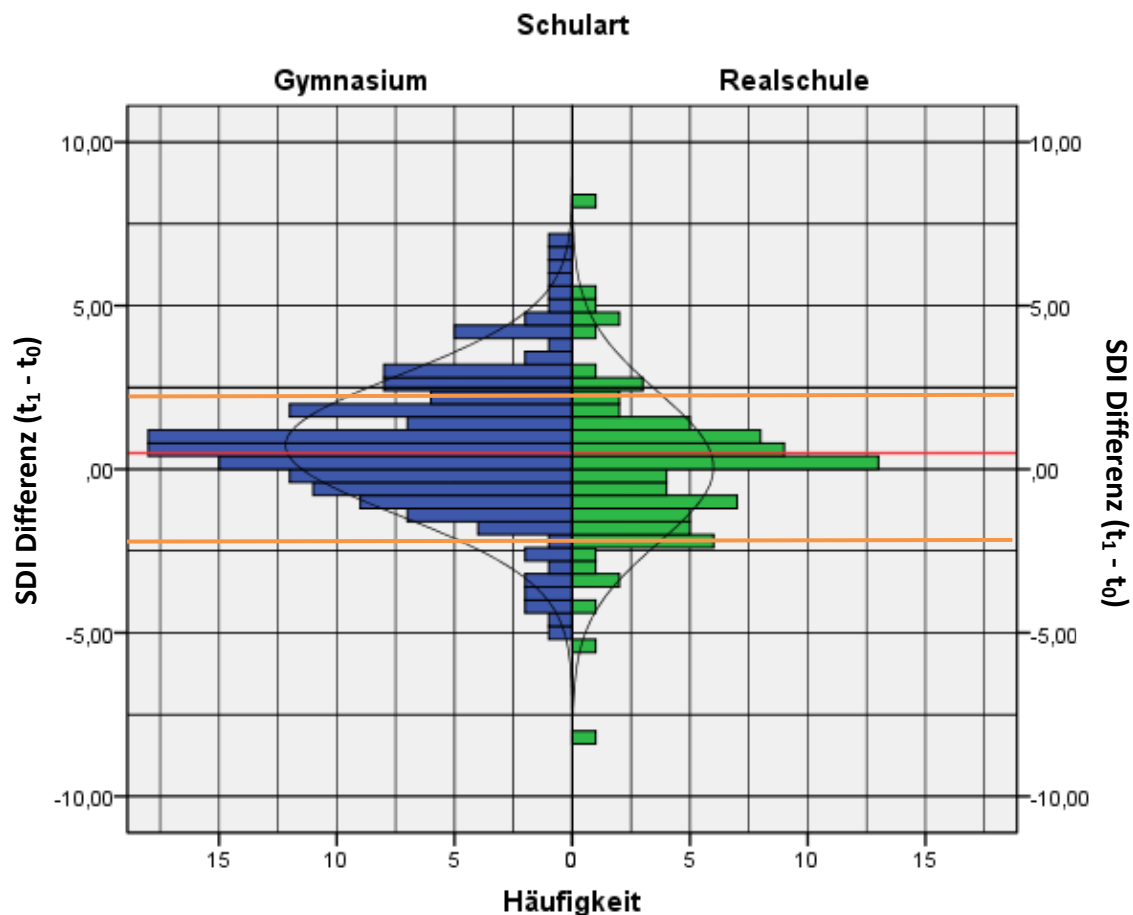


Abb. 41: Schulartdifferenzierte Häufigkeitsverteilung der Veränderung des Selbstbestimmungsindex von t_0 zu t_1 (die beiden orangenen horizontalen Linien markieren die Abweichung um eine Standardabweichung; $s_{\text{gesamt}} = 2,22$)

SDI Differenz ($t_1 - t_0$) abhängig von der Schulart					
Geschlecht	Mittelwert	N	Standard- abweichung	Gruppiertes Median	Varianz
Gymnasium	0,73	163	2,14	0,63	4,56
Realschule	0,05	87	2,32	0,08	5,37
Insgesamt	0,50	250	2,22	0,43	4,93

Tab. 6: Statistische Kennzahlen zur Veränderung des Selbstbestimmungsindex (SDI) von t_0 zu t_1 (in Abhängigkeit von der Schulart)

Insgesamt betrachtet erscheint die Zunahme des Selbstbestimmungsindex demnach bei den Schülern des Gymnasiums deutlicher auszufallen als den Realschülern. Dies bestätigt auch der Mittelwertvergleich der beiden Populationsgruppen. Bei den gymnasialen Schülern ist eine höchst signifikante Zunahme ($p < 0,001$; $T = -4,375$; Cohens $d = 0,34$) gemäß des T-Tests für gepaarte Stichproben zu erkennen. Bei den Realschülern ist die Zunahme des SDI weder signifikant noch lässt sich eine hinreichende Effektstärke ermitteln ($p = 0,836$; $T = -0,208$; Cohens $d = 0,02$). Untersucht man die Kombination der beiden unabhängigen Variablen (Geschlecht und Schulart) im Hinblick auf die Veränderung des Selbstbestimmungsindex, so

zeigt sich sowohl bei den männlichen Schülern (Gymnasium: $m_{\text{männlich}} = +0,61$; $n_{\text{gültig}} = 88$) als auch bei den weiblichen Schülern (Gymnasium: $m_{\text{weiblich}} = +0,87$; $n_{\text{gültig}} = 75$) des Gymnasiums eine Zunahme der Mittelwertdifferenz SDI $t_1 - t_0$. Bei den untersuchten Realschülern ergibt sich hier ein anderes Bild. Die männlichen Realschüler verzeichnen insgesamt eine Abnahme der Mittelwertdifferenz SDI $t_1 - t_0$ (Realschule: $m_{\text{männlich}} = -0,45$; $n_{\text{gültig}} = 51$). Demgegenüber ist bei den weiblichen Realschülern eine deutliche Zunahme zu erkennen (Realschule: $m_{\text{weiblich}} = +0,76$; $n_{\text{gültig}} = 36$).

6.2.2 Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes

Neben der motivationalen Ausgangsbedingung ist im akademischen Selbstkonzept der Lernenden als "generalisierte fachspezifische Fähigkeitsselbsteinschätzung" (MÖLLER & KÖLLER 2004, S. 19) ein zentraler Prädiktor für den zu prognostizierenden Lernerfolg bzw. das "leistungsthematische Verhalten" (*ebd.*) der Schüler zu sehen. Der Erfassung des Ausgangszustandes und der Veränderung dieses lernrelevanten Persönlichkeitsmerkmals wird (wie in Kap. 3.1.2 dargestellt) ein hoher Stellenwert beigemessen. Im Folgenden wird demnach neben der Veränderung des "Selbstkonzeptes Allgemein" auch die Veränderung in den Subkomponenten "Selbstkonzept kriterial", "Selbstkonzept individual" und "Selbstkonzept sozial" untersucht. Die folgenden Darstellungen zeigen jeweils die Veränderung dieser Persönlichkeitsmerkmale über die drei Messzeitpunkt t_0 (Prätest), t_1 (Posttest 1) und t_2 (Posttest 2). Analog zur Erfassung der Veränderung geschlechtsspezifischer Unterschiede im motivationalen Bereich werden auch hier die untersuchten Schüler nach männlich und weiblich getrennt dargestellt (vgl. Abb. 42).

Beim ersten Blick auf die grafische Darstellung fällt auf, dass zu allen drei Messzeitpunkten die jeweiligen Mediane deutlich über dem durchschnittlichen Mittel der Likert-Skalierung (von 3: "trifft teilweise zu") liegen. Bestätigt wird dies durch die Mittelwerte, die im Bereich von 3,36 (weiblich t_0) und 3,60 (männlich t_2) liegen. Damit bewegen sich sowohl die Mediane als auch die Mittelwerte im Schnitt um etwa 0,5 Punkte (auf der Likert-Skalierung) höher als die Werte der intrinsischen Motivation (vgl. Abb. 36). Zudem zeigt sich bei den männlichen Versuchsprobanden zu allen Messzeitpunkten ein höherer Messwert als bei den Versuchsteilnehmerinnen. Statistisch signifikant sind diese geschlechtsspezifischen Unterschiede des Faktors "Selbstkonzept Allgemein" jedoch nur in t_0 ($p = 0,043$; $T = 2,039$). Sowohl in t_1 ($p = 0,112$; $T = 1,597$) als t_2 ($p = 0,097$; $T = 1,676$) zeigen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede der beiden Geschlechter im T-Test für die Mittelwertgleichheit. Unter Ausschluss der wenigen Ausreißer zeigt sich zudem, dass 75% aller befragten Schüler ihr Selbstkonzept im Fach Geographie mindestens auf der 3. Stufe der hier zu Grunde liegenden fünfstufigen Skalierung einschätzen.

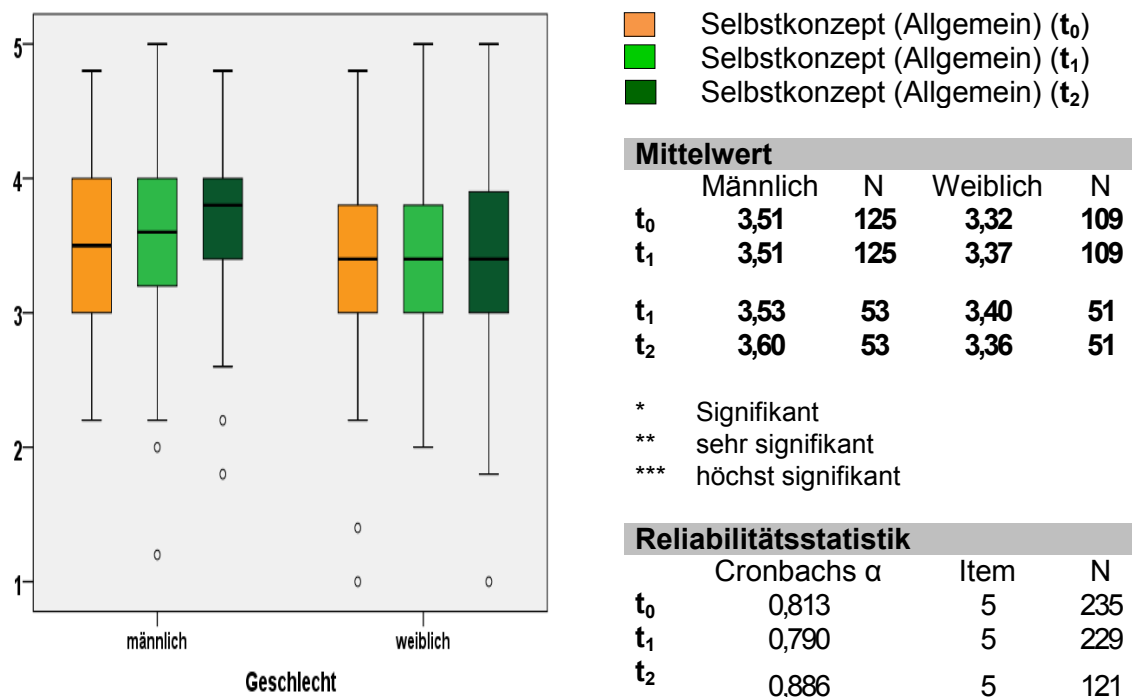


Abb. 42: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (**Allgemein**) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung

Betrachtet man die Veränderung der Mediane und Mittelwerte im Lauf der Untersuchung so wird bei den Schülerinnen kaum eine Veränderung des Faktors "akademisches Selbstkonzept (Allgemein)" in Bezug auf das Fach Geographie sichtbar. Die weiblichen Versuchspersonen lassen eine Zunahme des Faktors von t₀ nach t₁ vermuten. Dieser Anstieg ist jedoch gemäß des T-Tests für gepaarte Stichproben nicht signifikant ($p = 0,217$; $T = -1,242$). Die Varianz der Selbsteinschätzung erstreckt sich für beide Geschlechter über drei Skalenwerte. Der Interquartilsabstand - der Bereich in dem die mittleren 50% der erhobenen Daten liegen - liegt für beide Geschlechter zu jedem Untersuchungszeitpunkt zwischen dem dritten und vierten Skalenbereich. Insgesamt scheint sich dabei die Streuung der Daten lediglich bei den männlichen Schülern von t₀ zu t₂ geringfügig verringert zu haben. Da die Anzahl der Versuchsteilnehmer in t₂ jedoch deutlich geringer ausfällt, ist dieser scheinbare Varianzunterschied nicht zweifelsfrei als zuverlässig zu bezeichnen. Die Subkategorie des akademischen Selbstkonzeptes, bezogen auf das Fach Geographie, nämlich die Kategorie "akademisches Selbstkonzept (kriterial)", lässt viele Gemeinsamkeiten zum Faktor "akademisches Selbstkonzept (allgemein)" erkennen (vgl. Abb. 43).

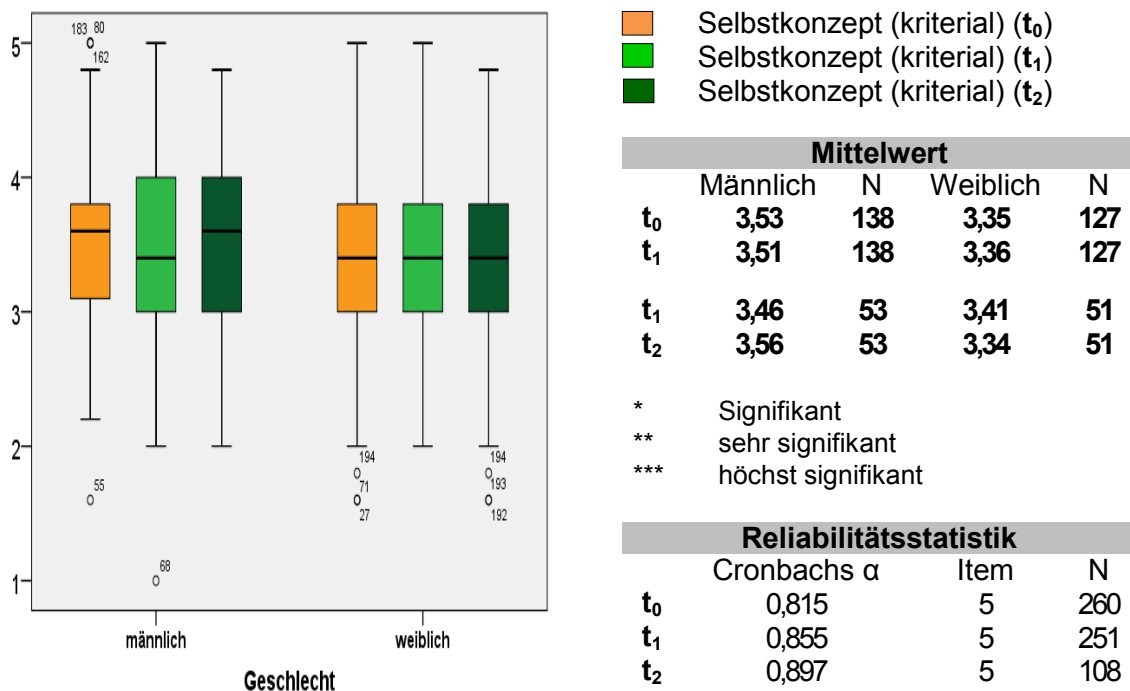


Abb. 43: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (**kriterial**) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung

Zunächst liegen die Mittelwerte und Mediane dieses Faktors deutlich über dem Mittelwert der fünfstufigen Skala. Sowohl die Mittelwerte als auch die Ausdehnung der Boxplots lassen zu den drei Messzeitpunkten keine auffällige Entwicklung erkennen. Dies trifft in besonderem Maße auf die weiblichen Versuchspersonen zu. Der geschlechtsdifferenzierte Vergleich lässt jedoch abermals die höhere Selbsteinschätzung der männlichen Versuchsteilnehmer bezogen auf kriterienorientierte Bezugsnormen vermuten. Diese Mittelwertunterschiede erscheinen für t₀ ($p = 0,033$; $T = 2,148$) und t₁ ($p = 0,050$; $T = 1,972$) signifikant und für t₂ ($p = 0,105$; $T = -1,633$), trotz der höheren mittleren Differenz, als nicht signifikant. Da die Teilnehmerzahl des t₂ jedoch deutlich geringer war, ist diese statistische Prüfung auf Grund der mathematisch bedingten Abhängigkeit der Signifikanz von der Teilnehmerzahl als diskussionswürdig zu betrachten (vgl. ROST 2007; S. 212). In Anlehnung an ROST (ebd.) lässt die ermittelte Effektstärke ($d = 0,322$) die Vermutung zu, dass die Geschlechterunterschiede auch in t₂ als möglicherweise bedeutsam einzustufen sind. Der geschlechtsdifferenzierende Vergleich des Faktors "akademisches Selbstkonzept (individual)" ist in der Abb.44 zusammengefasst. Auch bei Betrachtung der Subkategorie „individual“ des akademischen Selbstkonzeptes zeigen sich deutliche Parallelen zu der zuvor behandelten Kategorie "Selbstkonzept kriterial". Sowohl die Mittelwerte als auch die Mediane liegen im Bereich des Skalenwertes von 3,5 und damit deutlich über dem Mittel der fünfstufigen Skala. Frühestens hier beginnt der untere Bereich der Boxplots und somit liegen zu allen Messzeitpunkten jeweils mindestens 75% der Untersuchungsgruppen (ohne Berücksichtigung der Ausreißer) oberhalb dieses Skalenmittelpunkts. Ein auffälliger

Unterschied im Bereich der individuellen Kriterien zur Konstitution des akademischen Selbstkonzeptes (kriterial) ist die Umkehr der Geschlechtsasymmetrie. Zu allen drei Untersuchungszeitpunkten liegen die Mittelwerte der weiblichen Probanden auf einem höheren Niveau als ihre männlichen Mitschüler. Die Unterschiede sind jedoch zu gering, um sie als statistisch signifikant oder bedeutsam einzuordnen.

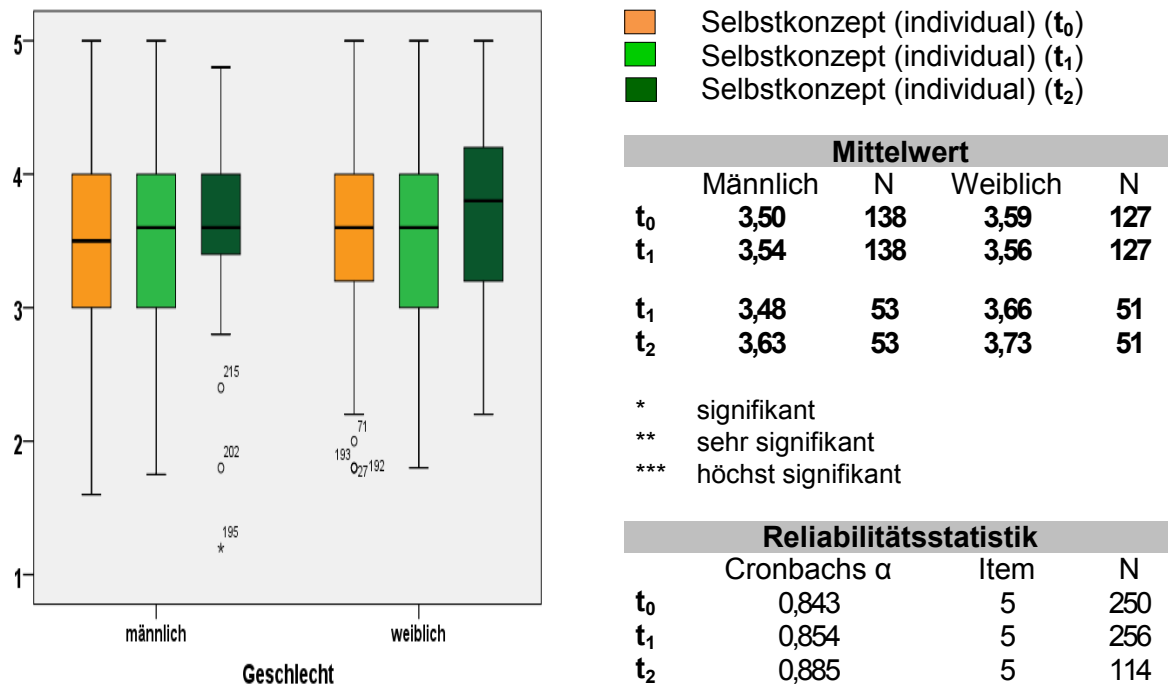


Abb. 44: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (**individual**) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung

Ähnlich verhält es sich mit den scheinbar zunehmenden Mittelwerten von t₀ nach t₁. Die Zunahmen erweisen sich unter Annahme eines 95%igen Konfidenzintervalls als nicht signifikant. Die Varianzen der Gruppen zeigen wenige Auffälligkeiten. Die Boxen befinden sich mit Ausnahme der Gruppe "t₂ - weiblich" zwischen der dritten und vierten Stufe der fünfstufigen Skala. Der untere Whisker der Boxplots "t₀ - männlich", "t₁ - männlich" und "t₁ - weiblich" beginnt bereits unterhalb der zweiten Stufe der Likert-Skalierung und damit etwas niedriger als die vergleichbaren Boxplots des Faktors "Selbstkonzept kriterial". Auffällig erscheint zudem die geringe Ausdehnung des Boxplots der Gruppe "t₂ - männlich" sowie der etwa einen Skalenpunkt höher liegende untere Whisker dieser Gruppe. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Schülerinnen unter Setzung individueller Bezugsnormen ein (mindestens) genauso großes fachliches Selbstkonzept attestieren wie dies ihre männlichen Mitschüler tun. Bei diesen zeigt gerade die geringe Varianz der Antworten in t₂, dass die Versuchspersonen dieser Gruppe über eine vermutlich homogene Fähigkeitsselbsteinschätzung bezogen auf das Fach Geographie verfügen.

Die letzte untersuchte Fähigkeitsdimension zum akademischen Selbstkonzept ist die des sozialen Vergleichs. Die Auswertungsergebnisse sind der Abb.45 zu entnehmen:

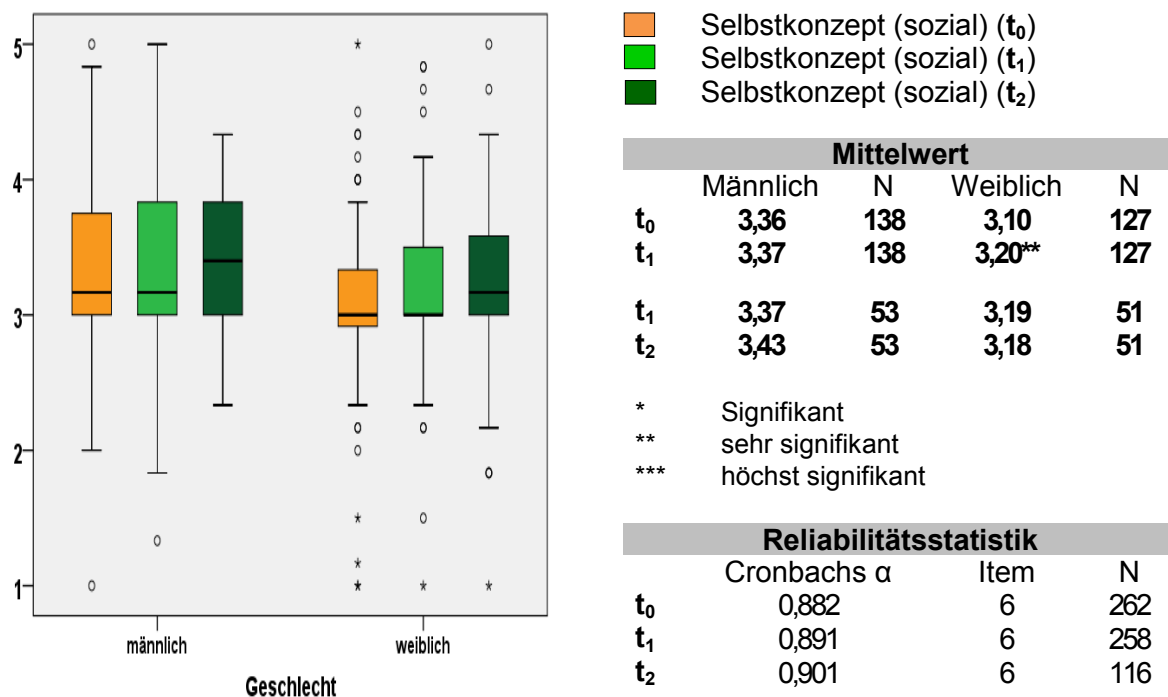


Abb. 45: Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes (**sozial**) bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung

Auch die Dimension des fachlichen Selbstkonzeptes „sozial“ weist mehrere Gemeinsamkeiten zu den vorherigen Subskalen auf. Die Mittelwerte der Untersuchungsteilnehmer liegen mit Skalenwerten von 3,10 (t₀ - weiblich) bis 3,43 (t₂ - männlich) durchgehend über dem Mittel der fünfstufigen Skala. Die Boxen, als Repräsentanten der Werte zwischen dem unteren und oberen Quartil, erstrecken sich weitgehend innerhalb der dritten und vierten Stufe der Skalierung. Auffällig ist die geringe Varianz der Selbsteinschätzung im sozialen Vergleich - vor allem bei den Schülerinnen - sowie das niedrige Maximum der Selbsteinschätzung in den weiblichen Versuchsgruppen, dargestellt durch den oberen Whisker. Beides ist jedoch zu einem nicht unerheblichen Teil den vielen Ausreißerinnen geschuldet, die in der Boxplot-Darstellung nicht berücksichtigt werden. Betrachtet man die Veränderung der dargestellten Mittelwerte und Mediane im Laufe der Untersuchung, so zeigen diese annähernd durchgehend einen leichten Anstieg. Diese Zunahme ist bei den männlichen Probanden allerdings nur mathematisch vorhanden, statistisch jedoch nicht relevant. Ein anderes Bild ergibt sich bei den weiblichen Probanden. Der Anstieg ihrer Mittelwerte von t₀ nach t₁ ist als sehr signifikant ($p = 0,004$; $T = -2,934$) zu bezeichnen. Die dazu berechnete Effektstärke ($d = 0,26$) konstatiert der Differenz nach ROST (2008, S. 218) jedoch nur einen "kleinen Effekt". Weiterhin auffallend sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede. Die Mittelwerte der Schülerinnen liegen um bis zu 0,25 Skalenpunkte niedriger als die der männlichen Schüler. Die Asymmetrie ist für t₀ höchst

signifikant ($p = 0,001$; $T = 3,47$; $d = 0,42$), für den t_1 signifikant ($p = 0,017$; $T = 2,41$; $d = 0,30$) sowie für den t_2 ebenfalls signifikant ($p = 0,048$; $T = 2,00$; $d = 0,40$). Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass gerade bei den Bezugsnormen des sozialen Vergleiches deutlichere Geschlechtsunterschiede im Kontext der geographischen Fähigkeitsselbsteinschätzung zu attestieren sind als dies bei den anderen Subkategorien der Fall zu sein scheint. Bei der Analyse der Veränderungen innerhalb der vier Kategorien: "SK allgemein", "SK kriterial", "SK individuell" und "SK sozial" im Lauf der Untersuchung lassen sich größtenteils leichte Zunahmen diagnostizieren. Diese Effekte sind jedoch nur in einer Dimension ("SK sozial weiblich" - von t_0 nach t_1) als statistisch signifikant, bei schwacher Effektstärke, herauszustellen.

7 Bestimmung der Lernausgangsbedingungen in den Subgruppen -- eine clusteranalytische Betrachtung

Um herauszufinden, ob zwischen den analysierten Untersuchungsvariablen weitere Wirkzusammenhänge beziehungsweise Ähnlichkeiten bestehen, werden die entscheidenden Faktoren bzw. Variablen der vorausgegangenen Betrachtungen einer Clusteranalyse unterzogen. Ziel dieser Methode ist es latente Wirkzusammenhänge der Variablen aufzudecken und möglichst homogene, voneinander unterschiedliche Objektgruppen zu bilden.

7.1 Auswahlanalyse zum Clusterverfahren

Zur Durchführung der Clusteranalyse werden drei gängige Verfahren in Erwägung gezogen. Diese sind nach BÜHL (2010, S. 593ff) neben der "Hierarchischen Clusteranalyse", die "Clusterzentrenanalyse" sowie die "Two-Step-Clusteranalyse". Alle drei Gruppierungsverfahren zeichnen sich durch besondere Möglichkeiten, aber auch Voraussetzungen sowie spezifische Charakteristika aus. In den folgenden clusteranalytischen Verfahren werden ausgehend von den jeweiligen Stärken und Schwächen alle drei Verfahren synergetisch eingesetzt (vgl. Abb. 46).

7.2 Clustering der Untersuchungsteilnehmer

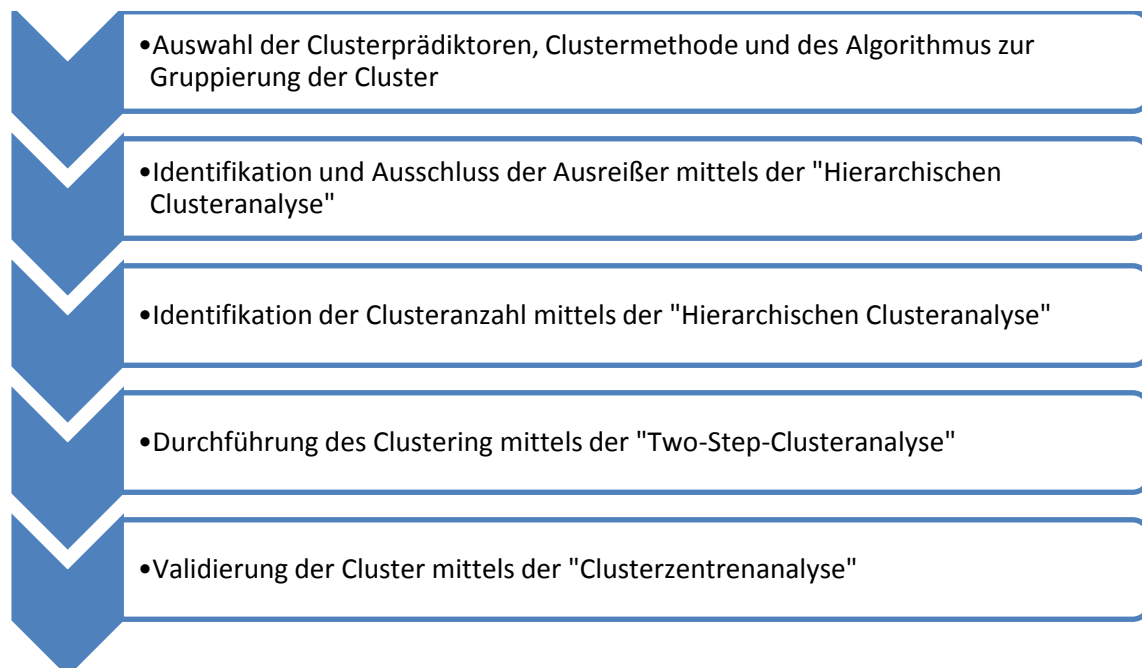


Abb. 46: Organigramm zum Ablauf der Clusteranalyse

7.2.1 Auswahl der Clusterprädiktoren

Für die Auswahl der relevanten Clustermerkmale werden überwiegend die aus den Einzelvariablen gewonnenen und geprüften Faktoren gewählt, die in einem bedeutungsvollen Zusammenhang mit den gewählten Forschungshypothesen dieser Untersuchung stehen. Zentrale Faktoren sind hierbei neben dem "Selbstbestimmungsindex SDI" die beiden motivationalen Faktoren "intrinsische Motivation" sowie die "introjiziert-externalisierte Motivation". Weiterhin ist dem "Interesse" am Fach Geographie (bzw. den Fächerverbünden EWG/GWG) als wichtige Einflussgröße auf die Motivationsstärke eine zentrale Prädiktorfunktion zuzuschreiben (KRAPP 2010, S. 14; HEMMER 2002a, HEMMER & HEMMER 2010). Die zweite Gruppe der Cluster-Prädiktoren stellen die faktorenanalytisch gewonnenen Item-Gruppen der Fähigkeitsselbsteinschätzungen dar. Neben dem allgemeinen Fähigkeitsselbstkonzept, bezogen auf das Fach Geographie, wurde die auf den Umgang mit dem Computer sowie auf den Umgang mit Satellitenbildern bezogene Selbsteinschätzung gewählt. Von weiteren möglichen Prädiktoren für die Clusteranalyse wurde Abstand genommen. Der Grund hierfür liegt vor allem in dem clusteranalytischen Verfahren selbst. Eines der besonderen Möglichkeiten der Two-Step-Clusteranalyse ist, neben einer gleichzeitigen Verarbeitung von kategorialen und stetigen Variablen, die Möglichkeit einer automatischen Bestimmung der Anzahl der Klassen im Zuge der Clustermodellierung (BÜHL 2010, S. 622). Im Zuge zahlreicher Modellierungsversuche der hier zu Grunde liegenden empirischen Daten zeigten sich jedoch bei der Verwendung gemischt skalierten Daten unzufrieden stellende Ergebnisse. Dies machte sich insofern bemerkbar, dass jeweils die eingebundenen kategorialen Variablen um ein Vielfaches bedeutsamer gewichtet wurden (SPSS - Ausgabe: "Bedeutsamkeit des Prädiktors") als alle in das Clustering eingebundenen stetigen Variablen zusammen. Diese Problematik beschreibt auch SCHENDERA (2010; S. 97). Er attestiert der Two-Step-Clusteranalyse für gemischt skalierte Variablen weniger zufriedenstellende Ergebnisse auf Grund einer zu hohen Gewichtung kategorialer Variablen. Da SPSS 19 keine manuelle Gewichtung einzelner Prädiktoren zulässt, wird deshalb von einer gleichzeitigen Verarbeitung gemischt skalierten Variablen Abstand genommen. Um dennoch den Einfluss ausgewählter, nicht-parametrischer Variablen auf die jeweiligen Clustertypen überprüfen zu können, werden diese im Anschluss mittels einer Kreuztabellierung und eines anschließenden Chi-Quadrat-Tests auf ihre asymptotische Signifikanz hin untersucht.

7.2.2 Identifikation der Ausreißer

In einem nächsten Schritt werden die Ausreißer der Stichprobe identifiziert und vom Clustering ausgeschlossen. Als Ausreißer werden in diesem Zusammenhang einzelne Fälle angesehen, die "im Vergleich zu den übrigen Objekten eine vollkommen anders gelagerte Kombination von

Merkmalsausprägungen aufweisen" und sich dementsprechend deutlich von den anderen Fällen unterscheiden (BACKHAUS 2011, S. 449). Der Nicht-Ausschluss dieser Probanden würde den "Fusionierungsprozess der übrigen Objekte stark beeinflussen" (ebd.) und als Folge dessen zu Verzerrungen der Cluster führen. Als Methode zur Identifikation der Ausreißer wird das Single-Linkage-Verfahren "Linkage zwischen den Gruppen" sowie das voreingestellte Distanzmaß der "Quadrierten Euklidischen Distanz" gewählt, da einerseits metrisch skalierte Intervalldaten vorliegen (BÜHL 2010, S. 599) und andererseits durch die Quadrierung größere Differenzen bei der Abstandsberechnung von Clustern stärker berücksichtigt werden (BÜHL 2010, S. 611). Zudem eignet sich das Single-Linkage-Verfahren "in besonderem Maße dazu [...] Ausreißer in einer Objektmenge zu erkennen" (BACKHAUS et al. 2011, S. 432). Über die Visualisierung des Fusionierungsverlaufes mit Hilfe des Dendogramms lassen sich ungewöhnliche Fälle erkennen und für die nächsten clusteranalytischen Schritte ausschließen. Im Zuge der Dendogramm-Analyse werden demnach die Fälle 83, 84, 164, 167, 190, 206 und 241 für die weiteren clusteranalytischen Verfahren ausgeschlossen. Ebenso wird geprüft, ob es sich bei den eingebundenen Prädiktoren um hoch korrelierende Variablen ($r > 0,9$) handelt. In diesem Fall wäre die entsprechende Variable partiell auszuschließen, da keine "neuen" Erkenntnisse durch zwei oder mehrere sehr ähnliche Prädiktoren zu erwarten sind (SCHENDERA 2010, S. 16). Die gewählten Prädiktoren zeigen zum Teil signifikante Korrelationen (vgl. Anhang Tab. A29). Die Pearson Korrelationen liegen jedoch mit Werten zwischen -0,478 und +0,646 deutlich unter der von Schendera postulierten Grenze von $r = \pm 0,9$, weshalb auch keiner der Prädiktorvariablen ausgeschlossen wird.

7.2.3 Bestimmung der Clusteranzahl

Von einer automatischen Bestimmung der Clusteranzahl wird Abstand genommen, da die automatische Ermittlung im Rahmen der Two-Step-Clusteranalyse "keinesfalls die beste Lösung" bestimmt, sondern meist nur eine aus zwei Gruppen bestehende Clusterlösung anbietet (BÜHL 2010, S. 625). Hinzukommt, dass auch keine sachlogisch begründbare Vorannahmen zur Gruppierung der Lernenden vorausgesetzt werden können, weshalb die Bestimmung der Gruppenzahlen unter Zuhilfenahme statistischer Kriterien erfolgt. Aus diesem Grund wird in den folgenden Schritten die optimale Clusteranzahl mittels der "Hierarchischen Clusteranalyse" bestimmt. Besonderer Wert wird dabei auf die Auslotung der "Homogenitätsanforderungen an die Clusterlösung" einerseits und die "Handhabung der [zu ermittelnden] Cluster-Lösungen" andererseits gelegt (BACKHAUS et al. 2011, S. 436). Daher erfolgt die Ermittlung der optimalen Clusterzahl unter Berücksichtigung verschiedener Prüfverfahren. Einen ersten Anhaltspunkt liefert nach BACKHAUS (ebd.) die visuelle Prüfung des dargestellten Scree-Plots (Abb. 47).

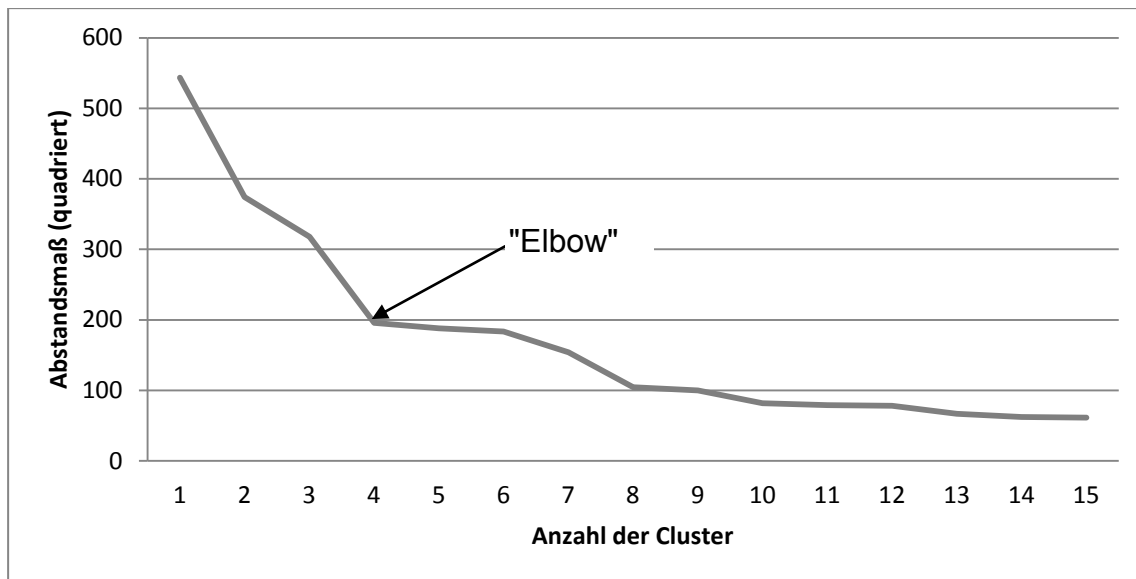


Abb. 47: Entwicklung des Heterogenitätsmaßes, dargestellt als Scree-Plot

BACKHAUS (ebd.) empfiehlt das "Elbow-Kriterium" als visuelle Prüfgröße zur Clusterentscheidung heranzuziehen. Die Identifikation eines "Sprungs" (Elbow) in der Veränderung des Heterogenitätsmaßes gibt einen ersten Anhaltspunkt über die statistisch sinnvollste Clusterlösung. Dem Elbow-Kriterium nach wäre eine Vier-Cluster-Lösung zu präferieren, da hier (bei vier Clustern) das quadrierte Abstandsmaß einen auffälligen Knick vollzieht. Eine weitere statistische Prüfgröße zur Detektion der optimalen Clusteranzahl liefert der Koeffizient der Zuordnungsübersicht (vgl. Abb. 47). Dieser beschreibt ausgehend von dem gewählten Abstandsmaß (die Quadrierte Euklidische Distanz wurde verwendet) den statistischen Abstand der jeweiligen Cluster. An der Stelle, an der das Abstandsmaß sprunghaft ansteigt, sollte man die "Zusammenfassung zu neuen Clustern" abbrechen, da sonst relativ weit voneinander entfernte Cluster zusammengefasst werden würden (BÜHL 2010; S. 600). In der vorliegenden Analyse (vgl. Tab. A30) ist der prozentual größte Sprung vom Wert 14,005 auf 17,827 zu verzeichnen. Demnach wäre eine weitere Zusammenfassung von Clustern im Anschluss nicht sinnvoll. Die optimale Clusteranzahl ist demzufolge die "Differenz zwischen der Anzahl der zu clusternden Fälle und der Schrittzahl, hinter der sich der Koeffizient sprunghaft erhöht" (ebd.). Die optimale Clusteranzahl wird durch die folgende Rechnung ermittelt:

215 (Anzahl der Clusterfälle) minus 211 (Fallzahl mit prozentual größtem Anstieg) = 4 (günstigste Clusteranzahl)

Neben der statistischen Beurteilung der günstigsten Clusterlösung wird eine inhaltliche Bewertung mit verschiedenen Clusterlösungen vorgenommen. Dabei kann die statistische Lösung von vier möglichen Clustern auch als die inhaltlich am sinnvollsten zu interpretierende Lösung bestätigt werden.

Für das eigentliche Clustering der Versuchsprobanden wird die Two-Step-Clusteranalyse gewählt, da diese für den Umgang mit hohen Fallzahlen geeignet ist und die externe

Speichermöglichkeit des Clustermodells anbietet. Dadurch wird eine Kreuztabellierung mit weiteren kategorialen Variablen ermöglicht (BÜHL 2010, S. 593; JANSSEN & LATZ 2007, S. 491). Entscheidend für die Wahl des zweistufigen Clusterverfahrens ist jedoch, dass es sich um ein "robustes Verfahren" handelt, das "nicht sehr empfindlich auf eine Verletzung der Annahmen reagiert" und dabei meist "brauchbare Cluster-Ergebnisse" liefert (JANSSEN & LATZ 2007, S. 494). Diese verfahrenanalytische Unempfindlichkeit ist bei der zu Grunde liegenden Datenbasis von großem Vorteil, da die verwendeten Prädiktorvariablen zum Teil keine eindeutig statistische Normalverteilung aufweisen.

7.3 Ergebnisse der Two-Step-Cluster Analyse

Insgesamt betrachtet ist die Cluster-Qualität mit einem Silhouetten-Kohäsions- und Trennungsmesswert von 0,3 als "mittel" (gemäß der SPSS Modellzusammenfassung) zu bewerten. Damit ist sowohl das Proximitätsmaß, welches die Ähnlichkeit zwischen den Fällen innerhalb einer Gruppe, als auch das Distanzmaß, das die Unähnlichkeit zwischen den Clustern beschreibt, als ausreichend erfüllt zu bezeichnen. Für das Clustering wird das voreingestellte Distanzmaß "Log-Likelihood" unter Verwendung des BIC Cluster-Kriteriums (Schwarzes Bayes-Kriterium) gewählt (JANSSEN & LATZ 2007, S. 506). Ferner werden die eingesetzten Variablen mittels Z-Transformation standardisiert, um die Messskalen der Variablen bzw. Faktoren vergleichbar zu machen. Wie bereits beschrieben, wird von der automatischen Ermittlung der Clusteranzahl Abstand genommen. Ausgehend von den vorherigen Analysen wird die durch Prüfung der Hierarchischen Clusteranalyse bestimmte Anzahl von vier Clustern festgelegt. Die mittels der Two-Step-Clusteranalyse ermittelten Gruppen weisen die folgende Verteilung bzw. Gruppengröße auf (Abb. 48):

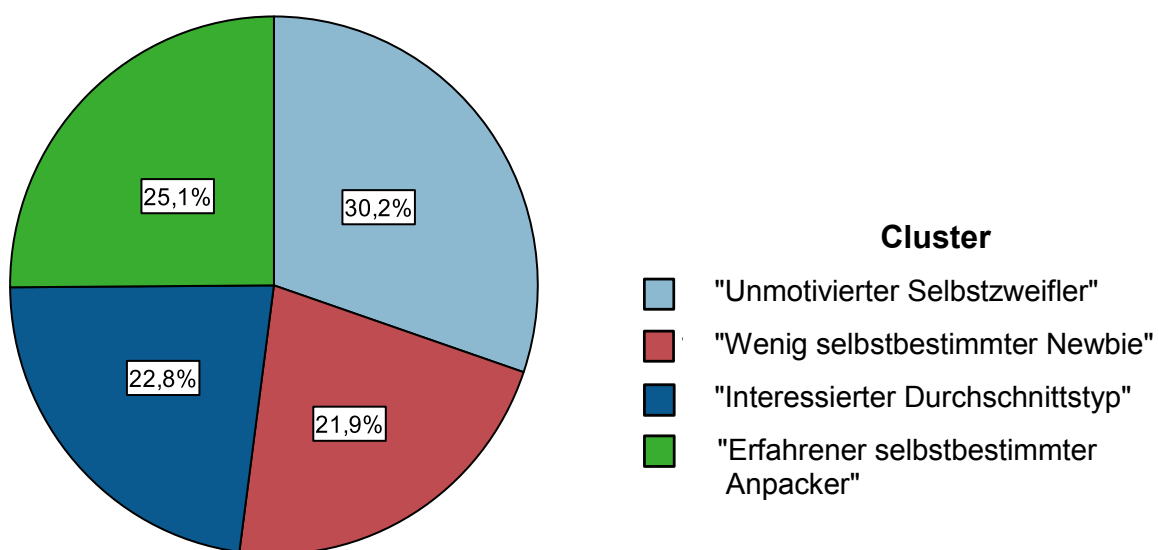


Abb. 48: Clustergrößen und Clusterverteilung

Auffällig erscheint dabei die annähernd homogene Gewichtung der vier Gruppen mit einem Größenverhältnis größtes Cluster (N = 65) / kleinstes Cluster (N = 47) von 1,38. Die jeweiligen Cluster-Benennungen resultieren aus einer ausführlichen Analyse der Cluster-Binnenprofile sowie der anschließenden Kreuztabellierung mit weiteren Variablen und werden im Folgenden ausführlich beschrieben. Für die Konstitution der Binnenprofile beziehungsweise der spezifischen Cluster-Charakteristik haben die zu Grunde liegenden Prädiktoren eine sehr unterschiedliche Bedeutsamkeit (Abb. 49). Dabei zeigen die Faktoren "Selbstbestimmungsindex (SDI Prä)", "internalisierte Regulation der Motivation (Mot. Intrin. Prä)" und "introjierte/externalisierte Regulation der Motivation (Mot. Extrin. Prä)" besondere Relevanz für die Einteilung der Fälle. Den Prädiktoren "Selbstkonzept Satellitenbild (SK Sat Prä)", "Selbstkonzept Geographie Allgemein (SK Geo Allgem Prä)" und "Interesse Geographie (Inter. Geo Prä)" ist eine mittlere bis geringere Bedeutsamkeit zuzuschreiben, während die Variable Selbstkonzept "Computer (SK PC Prä)" als nahezu bedeutungslos für das Clustering der Probanden einzustufen ist.

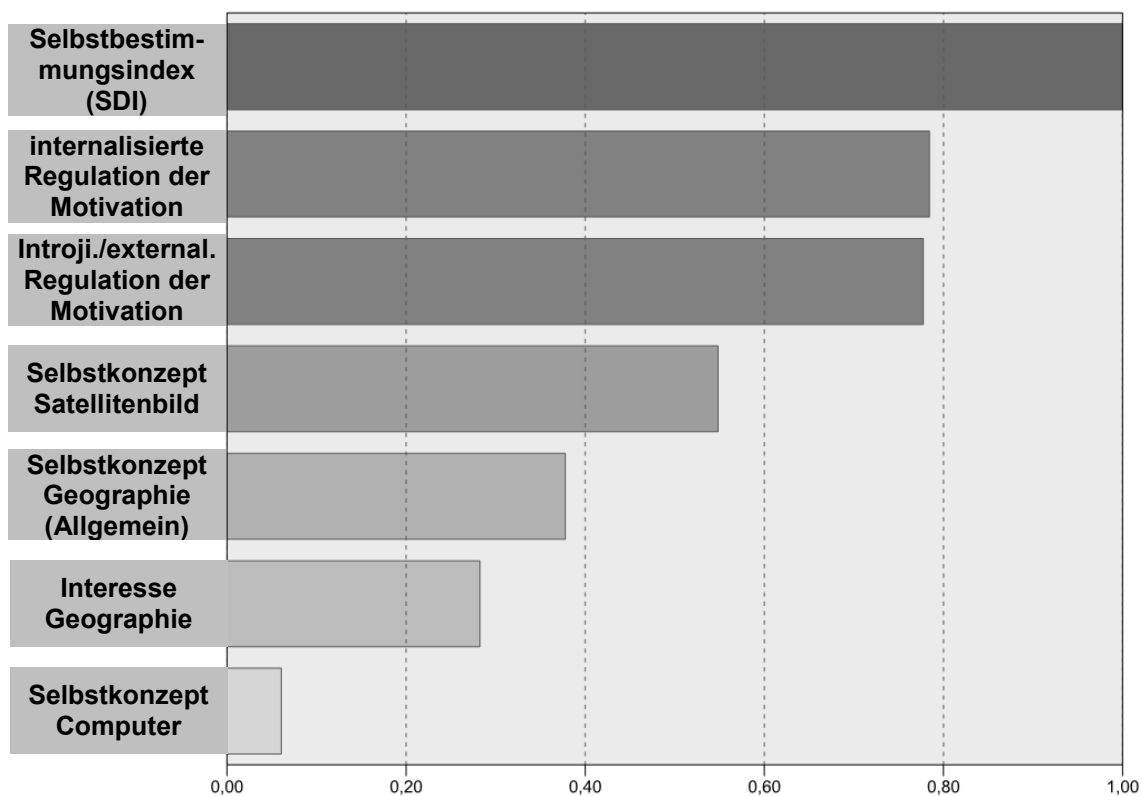


Abb. 49: Bedeutsamkeit der Clusterprädiktoren

7.4 Binnenprofile der Cluster

Bedeutsamkeit der Eingabe
(Prädiktor)

■ 1,0 ■ 0,8 ■ 0,6 ■ 0,4 ■ 0,2 ■ 0,0

Cluster	1	2	3	4
Beschriftung	Unmotivierter "Selbstzweifler"	Wenig selbstbe. "Newbie"	Interessierter "Durchschnittstyp"	Erfahrener selbstbe. "Anpacker"
Beschreibung	Intrinsisch unmotiviert und weniger selbstbestimmt. Geringeres Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten im Fach Geo. und im Umgang mit Sat-...	Unerfahren im Umgang mit Satellitenbildern bei moderater bis höherer Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten. Eher extrinsisch motiviert agierend.	Computeraffin und Interesse am Fach Geographie. Extrinsisch kaum zu motivieren bei moderater Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten in Geo.	"Alter Fernerkundungshase" mit hohem Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie, im Umgang mit Satellitenbildern u. dem PC
Größe	30.2% (65)	21.9% (47)	22.8% (49)	25.1% (54)
Input	SDI Prä 0.73	SDI Prä 1.26	SDI Prä 2.89	SDI Prä 5.21
	Motivation intern. Prä 2.28	Motivation intern. Prä 3.29	Motivation intern. Prä 2.57	Motivation intern. Prä 3.70
	Motivation extern. Prä 2.02	Motivation extern. Prä 2.68	Motivation extern. Prä 1.49	Motivation extern. Prä 1.62
	SK Sat.-Bilder Prä 2.83	SK Sat.-Bilder Prä 3.37	SK Sat.-Bilder Prä 3.25	SK Sat.-Bilder Prä 3.92
	SK_Allgem_Prä 3.03	SK_Allgem_Prä 3.66	SK_Allgem_Prä 3.60	SK_Allgem_Prä 3.82
	Interesse Geo. Prä 2.88	Interesse Geo. Prä 3.66	Interesse Geo. Prä 3.82	Interesse Geo. Prä 4.07
	SK PC Prä 3.86	SK PC Prä 4.14	SK PC Prä 4.18	SK PC Prä 4.26

Abb. 50: Zusammenfassende Darstellung der Ausgangscluster-Binnenprofile; nach Bedeutsamkeit der Prädiktoren sortiert

Die zusammenfassende Darstellung der Binnenprofile zeigt, dass die deutlichsten Cluster-Unterschiede in den jeweiligen Selbstbestimmungsindices (m_{SDI} : 0,73 bis 5,21) und den motivationalen Lernausgangsbedingungen der Schüler ($m_{Mot\ in.}$: 2,28 bis 3,70; $m_{Mot\ ex.}$: 1,49 bis 2,68) zu sehen sind. Zudem zeigen sich moderate Unterschiede im Bereich des Selbstkonzeptes Satellitenbild (m : 2,83 bis 3,92) und des Fachinteresses (m : 2,88 bis 4,07). Die Clusterdifferenzen des Prädiktors "Selbstkonzept Geographie Allgemein" erscheinen bei diesem

Clustering weniger auffällig zu sein. Noch geringfügiger zeigen sich die Clusterunterschiede bei der Variablen "Selbstkonzept Computer". Das ist vordergründig auf die insgesamt hoch ausfallende Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer zurückzuführen.

Die gegenüberstellende Box-Plot-Darstellung der einzelnen Cluster im Vergleich zur Gesamtverteilung (vgl. Abb. 51) liefert hier jedoch ein deutlich ausdifferenzierteres Bild als es nur der Mittelwertvergleich darstellen kann. Im Besonderen lassen sich hier einerseits der zum Teil antipodische Charakter der Cluster und andererseits die Verteilungsähnlichkeiten innerhalb der einzelnen Probanden-Gruppierungen identifizieren. So zeigen sich, ähnlich wie es die Mittelwertunterschiede der einzelnen Prädiktoren (vgl. Abb 50) vermuten lassen, erhebliche Unterschiede im Bereich der motivationalen Variablen. Wohingegen die Mediane sowie die Interquartilsbereiche der vier Cluster im Bereich des Selbstkonzeptes Computer (SK PC Prä) keine prägnanten Unterschiede erkennen lassen.

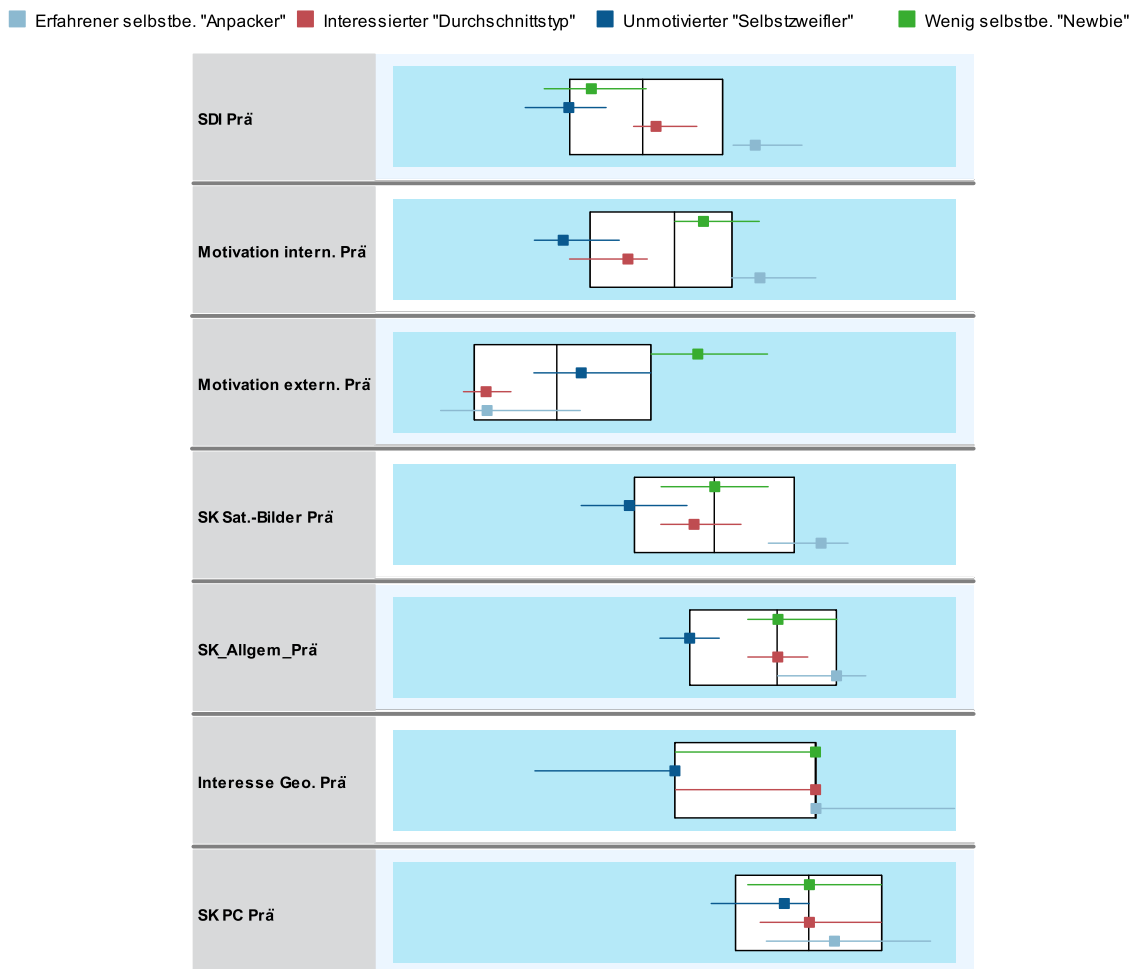


Abb. 51: Cluster-Vergleich in Bezug zur Gesamtverteilung der Merkmale. (Quadratische Punktmarkierungen stellen den Median, horizontale Linien den Interquartilsbereich der jeweiligen Cluster dar. Die Boxplots visualisieren die Gesamtmediane sowie die entsprechenden Interquartilsbereiche der einzelnen Prädiktoren)

Mit Hilfe der folgenden Darstellungen werden die Auffälligkeiten der einzelnen Cluster (quadratische Punktmarkierung + anschließende "Antennen") konkretisiert und deren Besonderheiten im Vergleich zur Gesamtgruppe (Boxplots) dargestellt. Neben dem Cluster-Vergleich mittels der Boxplot-Analyse wird zudem für jede Gruppe die Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren je Cluster dargestellt und beschrieben.

7.4.1.3 Gruppe 1: „Unmotivierter Selbstzweifler“

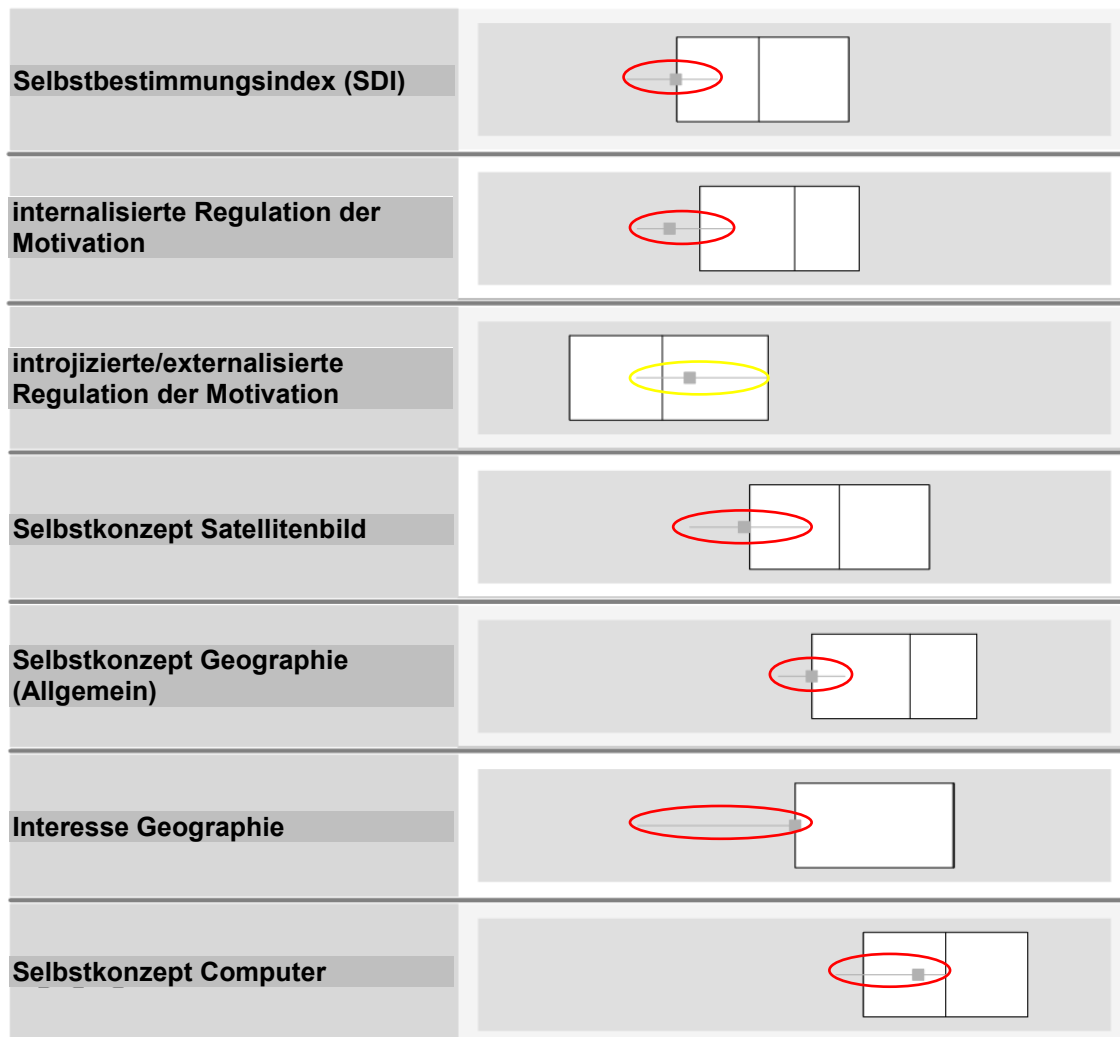


Abb. 52: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Unmotivierter Selbstzweifler“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation

Auffälliges Kennzeichen des "Unmotivierten Selbstzweiflers" ist die, im Vergleich zur Gesamtgruppe, negative Ausprägung aller Prädiktorvariablen. Einzig im Bereich der introjizierten/externalisierten Regulation der Motivation zeigen die Schüler dieses Clusters eine nur knapp über dem Median der Gesamtpopulation liegende Verteilung. Dieses scheinbar positive Abschneiden ist jedoch eher negativ zu werten, da es von einem wenig selbstbestimmten Motivationshandeln in schulischen Lernsituationen zeugt. Bestätigt wird dies durch die konträre Verteilung des antipodischen Faktors "internalisierte Regulation der

Motivation" sowie des Selbstbestimmungsindex (SDI). Bei beiden Faktoren zeigen die Schüler dieser Gruppe eine ausgeprägt niedrige Einstufung. In diesem Zusammenhang ist auch das vergleichsweise geringere Interesse am Fach Geographie zu sehen, das als wichtige Bestimmungsgröße für das Herausbilden einer intrinsischen Lernmotivation (vgl. HEMMER & HEMMER 2010) betrachtet werden kann. Ergänzt wird das Gesamtbild dieser Cluster-Gruppe durch die durchwegs negativere Einschätzung der eigenen geographischen Fähigkeiten, der Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern und die im Vergleich schlechtere Einstufung der computerbezogenen Kompetenzen. Doch gerade bei diesem Faktor ist zu berücksichtigen, dass die im Rahmen dieser Studie untersuchten Schüler insgesamt betrachtet eine sehr hohe Fähigkeitsselbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer haben und damit die Vergleichsgruppe ein sehr hohes Niveau aufweist. Zudem ist diesem Prädiktor eine geringe Bedeutung für das Clustering der Schüler zuzuschreiben. Die vier relevantesten Faktoren für die Gruppierung des Clusters „Unmotivierter Selbstzweifler“ sind in der Abb. 53 als detaillierte Darstellung der Datenverteilung zusammengefasst. Diese Verteilungsdiagramme beinhalten die Selbsteinschätzungen aller Probanden des ersten Clusters und bestätigen im Wesentlichen die Auswertung und Interpretation und des vorgeschalteten Boxplot-Vergleiches (vgl. Abb. 52). So zeigen die Verläufe der vier Diagramme eine deutlich linkslastige Verteilung innerhalb der Gesamtgruppe. Das Spektrum des ersten Faktors (internalisierte Regulation der Motivation) erreicht einen Maximalpeak von etwa 2,2 und eine maximale Ausdehnung bis etwa 3,5 Skalenpunkte (der 5-stufigen Likert-Skalierung). Der zweitwichtigste Faktor für diese Gruppe (Selbstbestimmungsindex SDI) zeigt eine sehr ähnliche Verteilung bei einem Peak von etwa 1,2 Skalenpunkten. Das Spektrum des "Unmotivierten Selbstzweiflers" befindetet ist damit deutlich am linken Rand des Gesamtspektrums. Gleiches gilt für den drittwichtigsten Faktor (Selbstkonzept Geographie Allgemein) mit einem Maximalausschlag knapp über 3 Skalenpunkten und dem viertwichtigsten Faktor (Selbstkonzept Satellitenbilder) mit einem Maximalausschlag deutlich unter 3 Skalenpunkten (vgl. Abb. 53).

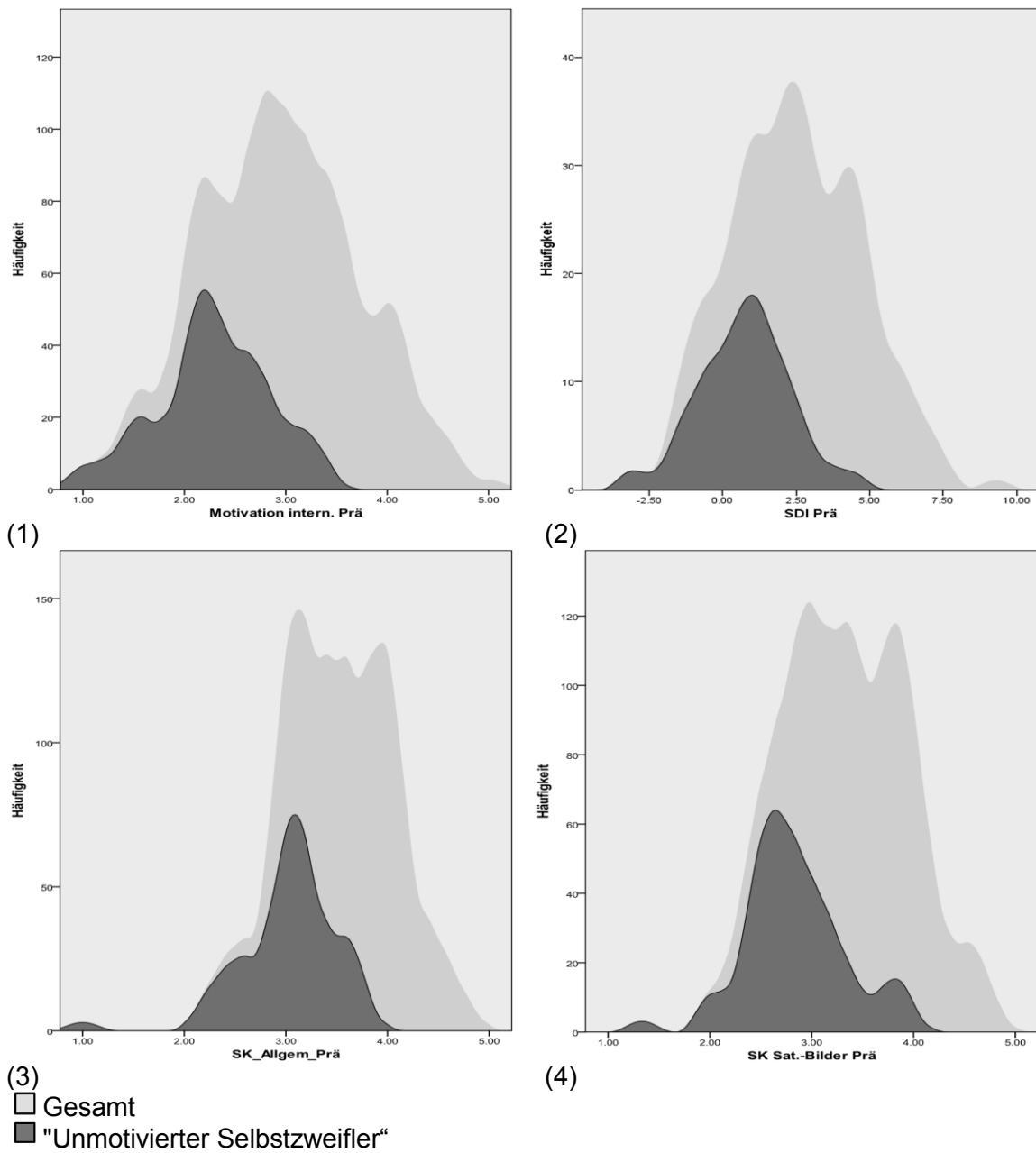


Abb. 53: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters:
„Unmotivierter Selbstzweifler“

7.4.1.4 Gruppe 2: „Wenig selbstbestimmter Newbie“

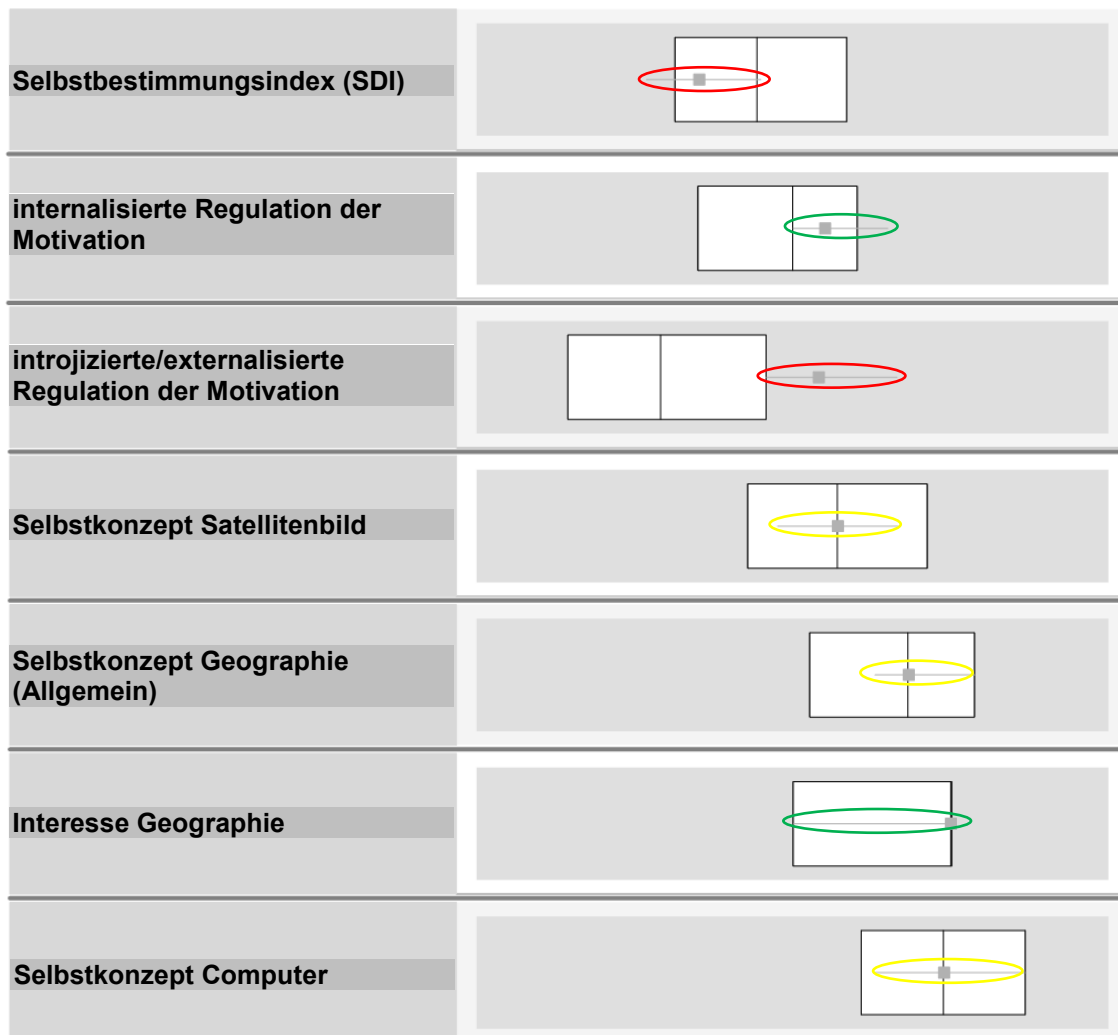
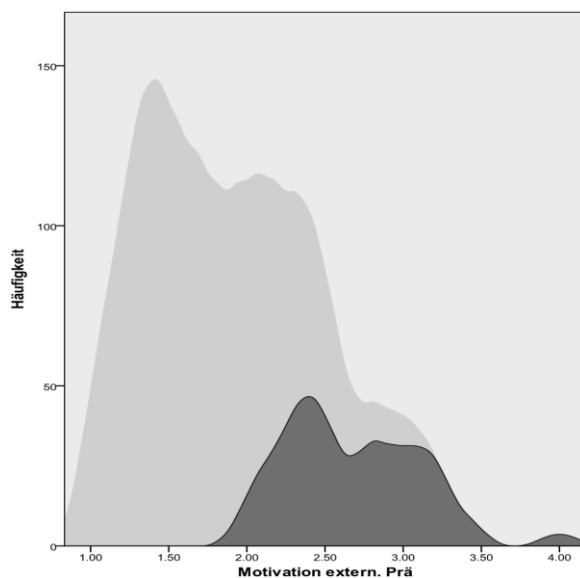


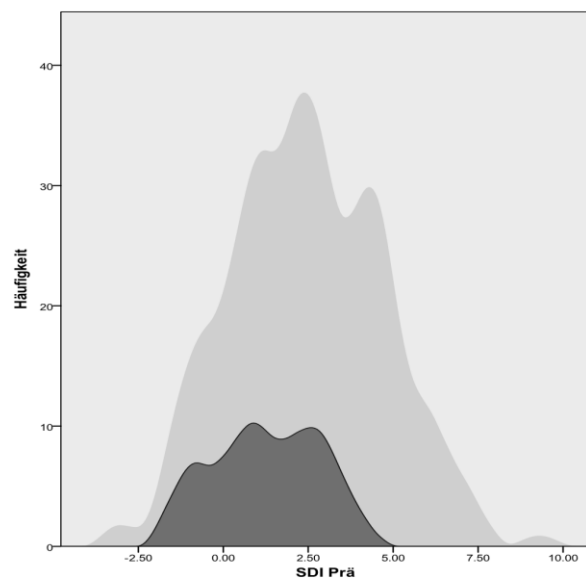
Abb. 54: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Wenig selbstbestimmter Newbie“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation

Der "Wenig selbstbestimmte Newbie", die zweite Clustergruppe, wird vor allem durch das verhältnismäßig hohe Maß an extrinsisch motiviertem Lernverhalten charakterisiert. Weiterhin zeigt diese Gruppe, dass sich die beiden dichotomen Handlungsmotive externalisierte und internalisierte Regulation der Motivation nicht ausschließen müssen. Die Schüler dieses Clusters zeigen nämlich auch eine erhöhte intrinsische Motivation. Da beide Motivationsformen maßgeblich den errechneten Faktor des Selbstbestimmungsindex SDI beeinflussen, fällt dieser trotz des hohen Maßes an extrinsischer Motivation nur moderat negativ aus. Die Verteilungsdiagramme der beiden Motivationsprädiktoren bzw. des SDI (vgl. Abb. 55; Graph 1-3) untermauern diese Besonderheit. Es zeigt sich auch hier, dass der Faktor der externalisierten/introjizierten Regulation der Motivation eine ausgeprägt, rechtslastige Verteilung innerhalb der Gesamtgruppe aufweist. Der SDI zeigt eine tendenziell linkslastige Prägung, ohne jedoch den negativen Randbereich zu flankieren. Die Ursache hierfür ist der Verteilung des drittichtigsten Faktors, der intrinsischen Regulation der Motivation, zu entnehmen. Diese

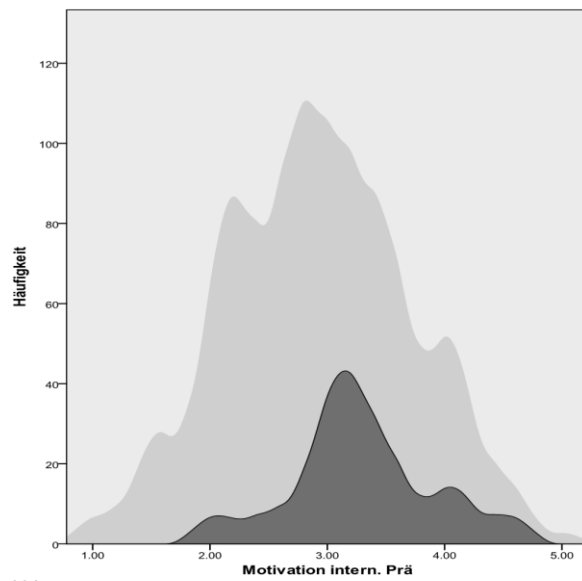
erscheint mit einem Maximum von knapp über 3 Skalenpunkten deutlich rechtslastiger und damit positiver als die Verteilung der Gesamtgruppe (Abb. 55, Graph 3). Der SDI, als "relatives Gesamtmaß für die wahrgenommene eigene Selbstbestimmung" (MÜLLER et. al 2007, S. 7), ermittelt sich rechnerisch aus der Differenz der selbstbestimmten Regulationsstile sowie der externalen Regulationsstile (vgl. Kapitel 6.1.5). Durch den leicht erhöhten intrinsischen Motivationsfaktor ist demnach die Differenz zu den externalisierten Regulationsstilen weniger prägnant. Ebenso bestätigt sich auch bei dieser Gruppe der, in diesem Fall, positive Zusammenhang zwischen den Prädiktoren "Interesse" und "intrinsische Motivation", da die Schüler dieser Gruppe auch ein überdurchschnittliches Interesse am Fach Geographie/EWG zeigen. Entgegen der motivationalen Prädiktoren zeigen sich bei den jeweiligen Selbstkonzepten keine Auffälligkeiten im Vergleich zur Gesamtpopulation. Sowohl bei den Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern (Selbstkonzept Satellitenbild) als auch die Geographie-spezifische Fähigkeitseinschätzung (Selbstkonzept Geographie Allgemein) oder die computerbezogene Kompetenzeinschätzung (Selbstkonzept Computer) zeigt diese Gruppe jeweils mittlere Verteilungswerte (vgl. Abb. 54). Wie weitere Untersuchungen dieser Gruppe gezeigt haben, verfügen die Schüler dieses Clusters über sehr wenig bis gar keine Vorerfahrung im Umgang mit Satellitenbildern - daher die Namensgebung "Newbie". Auf weitere prägende Kennzeichen dieser Clustergruppe soll im nachfolgenden Kapitel näher eingegangen werden.



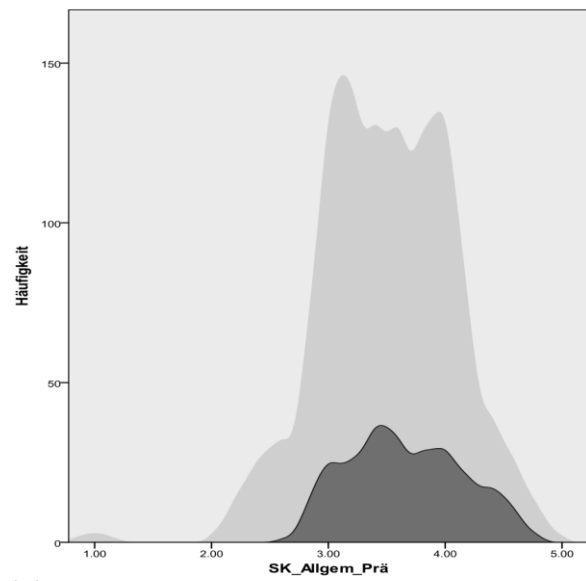
(1)



(2)



(3)
 □ Gesamt
 ■ "Wenig selbstbestimmter Newbie"



(4)

Abb. 55: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters:
„Wenig selbstbestimmter Newbie“

7.4.1.5 Gruppe 3: „Interessierter Durchschnitts-Typ“

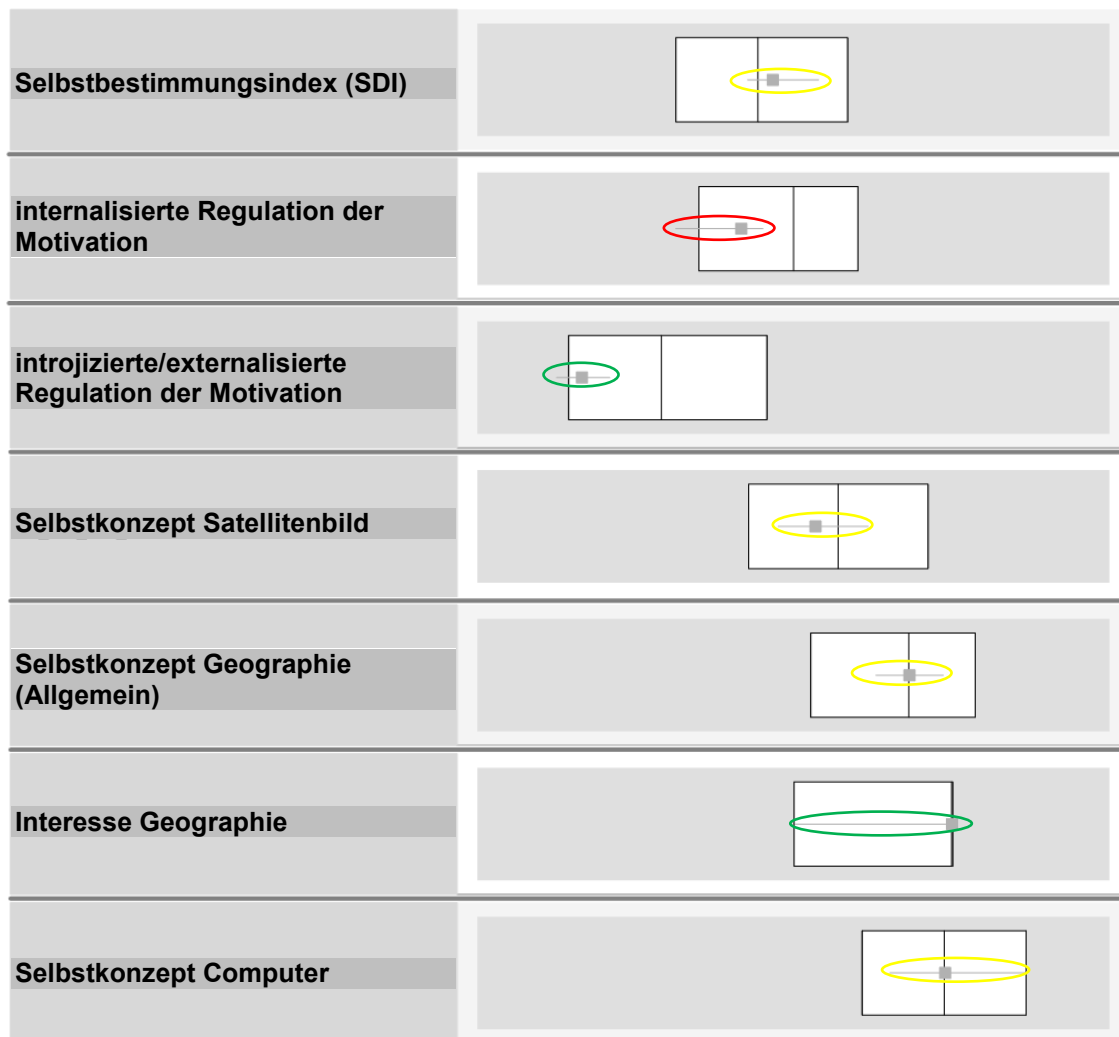


Abb. 56: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Interessierter Durchschnittstyp“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation

Für den "interessierten Durchschnittstypen" sind seine tendenziell positive Grundmotivation am Fach Geographie/EWG und die ansonsten durchschnittlichen Skalen der Selbsteinschätzung (Selbstkonzept Satellitenbild, Selbstkonzept Geographie (Allgemein) und Selbstkonzept Computer) prägend. Im Vergleich zum "wenig selbstbestimmten Newbie" zeigen sich bei diesem Nutzertypen deutliche Unterschiede im Bereich der motivationalen Dispositionen. Trotz des gesteigerten Fachinteresses lassen sich durch die Clusteranalyse keine positiven Effekte auf die intrinsische Motivation erkennen. Diese ist mit einem Verteilungsspeak von knapp unter 3 Skalenwerten (vgl. Abb. 57; Graph 2) insgesamt linkslastiger als die Verteilung der Vergleichsgruppe (Gesamtpopulation). Diese schwächere Einstufung wird ebenfalls durch die Bloxplot-Darstellung des Clustervergleiches bestätigt (vgl. Abb. 56). Eine weitere auffällige Charakteristik des "interessierten Durchschnittstypen" ist dessen ausgeprägt niedrige Einstufung der extrinsischen Motivation. Neben der deutlich linkslastigen Häufigkeitsverteilung dieses Clusters innerhalb der Gesamtgruppe (vgl. Abb. 56; Graph 1) zeigt dies auch der

Boxplot-basierende Clustervergleich (vgl. Abb. 55). Dieser auffallend niedrige Gradient an Fremdbestimmung gleicht dadurch den verhältnismäßig schwachen Grad an Selbstbestimmung (vgl. Abb. 56; Graph 2) aus. Dadurch kann der SDI eine noch durchwegs positive Verteilung aufweisen. Diese liegt somit sogar leicht über der Vergleichsgröße der Gesamtpopulation (vgl. Abb. 56; Graph 3 und Abb. 55). Zusammenfassend lässt sich der "interessierte Durchschnittstyp" also auch als ein kaum extrinsisch, wenig intrinsisch handlungsmotivierter, aber selbstbestimmter Schüler charakterisieren.

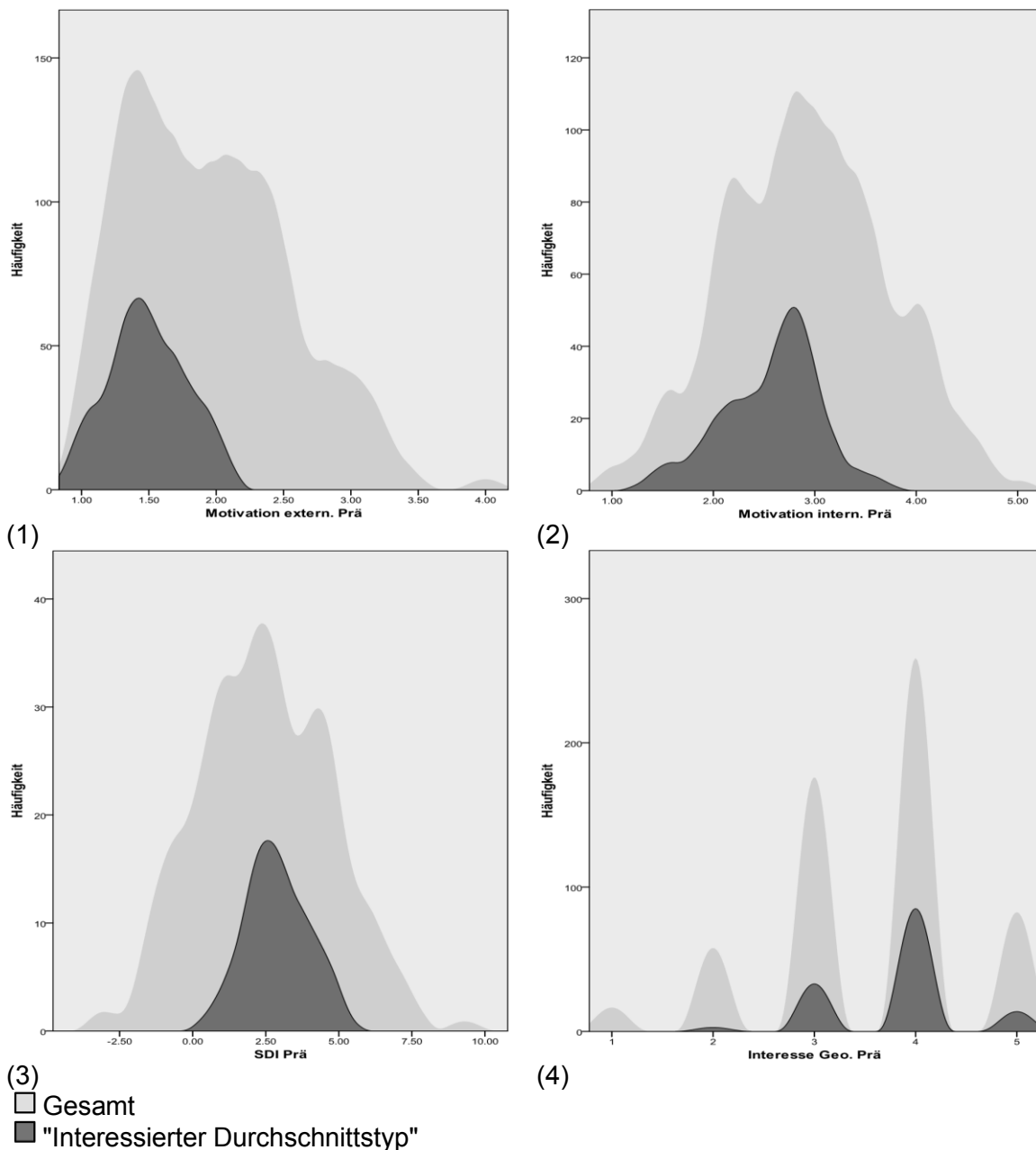


Abb. 57: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters: „Interessierter Durchschnittstyp“

7.4.1.6 Gruppe 4: „Erfahrener, selbstbestimmter Anpacker“

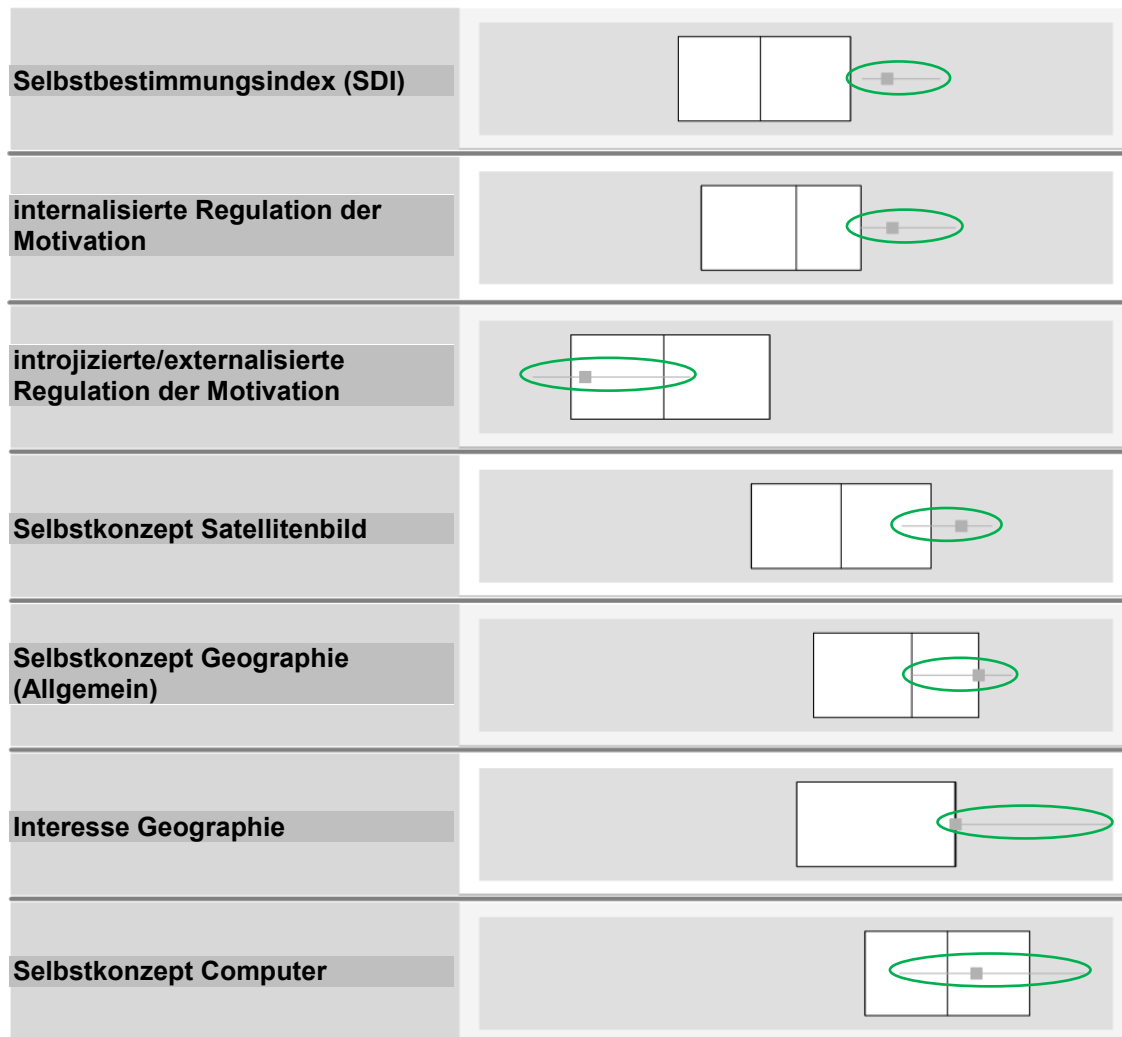


Abb. 58: Binnendifferenzierte Darstellung des Clusters „Erfahrener, selbstbestimmter Anpacker“ mit Vergleich mit der Gesamtpopulation

Der "erfahrene, selbstbestimmte Anpacker" könnte auch lapidar als "Musterschüler" bezeichnet werden. Er ist bei allen Prädiktor-Variablen der Gruppenprimus. Beginnend bei den Motivations-Distraktoren zeigt der vierte Clustertypus eine ausgesprochen hohe intrinsische Handlungsmotivation sowie eine im Gruppenvergleich geringe Ausprägung der externalisiert/introjjizierten Form der Motivationsregulation und somit einen niedrigen Grad an Fremdbestimmung. Die daraus resultierende Konsequenz ist ein hohes Maß an Selbstbestimmung der Schüler, repräsentiert durch den SDI. Bestätigt werden diese Ergebnisse durch die visuelle Analyse Zellverteilungen (vgl. Abb. 59; Graphen 1-3). Sowohl die Verteilung des SDI als auch die der intrinsischen Motivation bewegen sich am äußeren rechten Rand der Gesamtgruppe. Der Graph der externalisiert/introjjizierten Motivationsregulation, ist, wie es die Analyse des Boxplots (vgl. Abb. 58) erwarten lässt, durch eine ausgesprochene Linkslastigkeit gekennzeichnet. Ein weiteres bezeichnendes Merkmal des vierten Clustertypen ist dessen positives Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten - repräsentiert durch die

Fähigkeitsselbstkonzepte "Selbstkonzept Computer", Selbstkonzept Geographie (Allgemein)" und "Selbstkonzept Satellitenbild". Dabei ist letztgenannte Variable der bedeutungsvollste Prädiktor aus den Selbstkonzeptvariablen. Möglicherweise besteht hierbei ein Zusammenhang zu den bisherigen Satellitenbild-Vorerfahrungen der Clustermmitglieder. Diese ist im Vergleich zu den drei anderen Referenzgruppen als höher einzustufen.

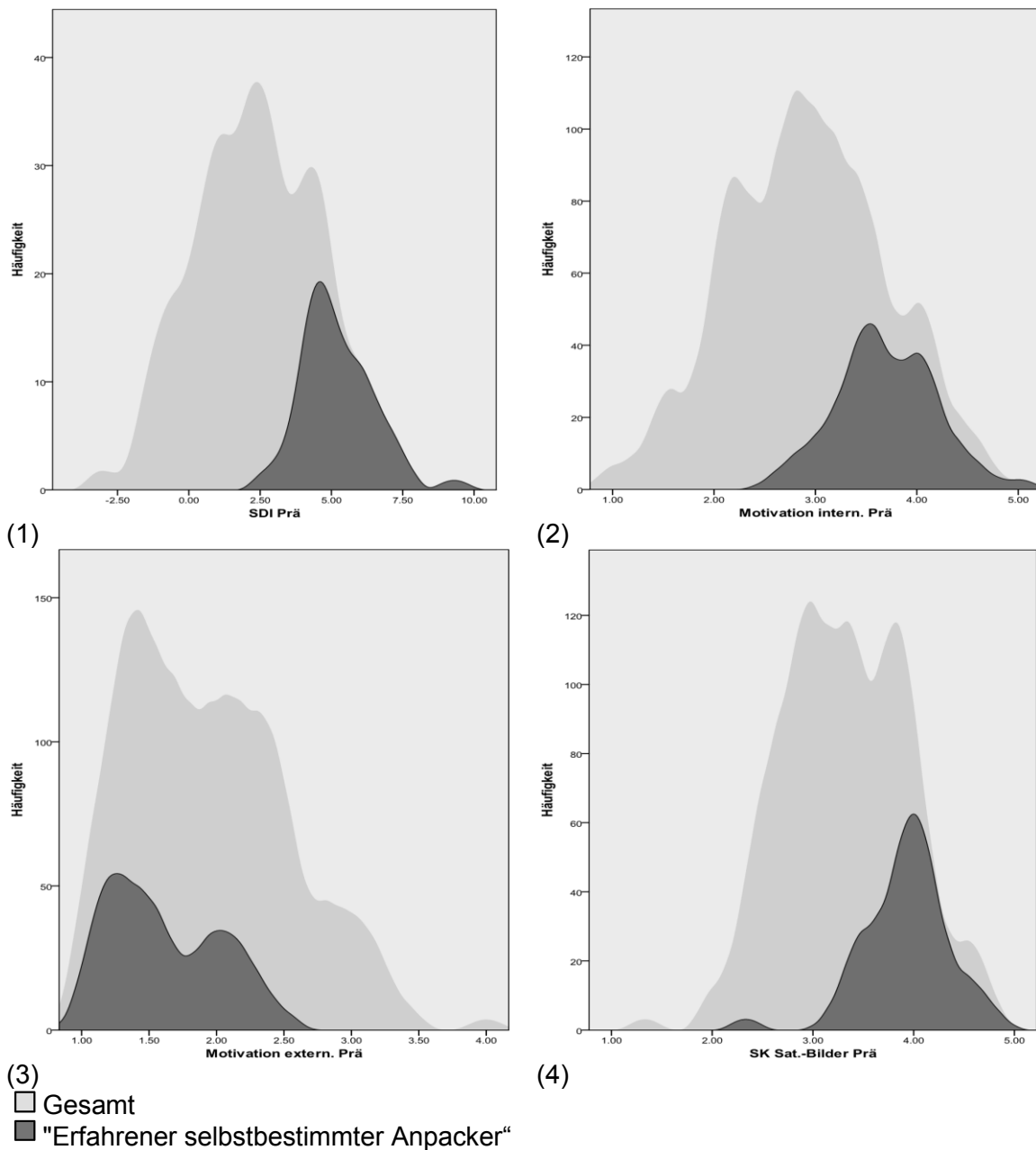


Abb. 59: Zellverteilung der vier wichtigsten Prädiktoren von (1) bis (4) innerhalb des Clusters: „Erfahrener selbstbestimmter Anpacker“

7.5 Zusammenhang zwischen den Clustertypen und ausgewählten Kontrollvariablen

Um den Zusammenhang zwischen den Clustertypen und den erhobenen unabhängigen Variablen prüfen zu können, werden alle als relevant erachteten Variablen über eine bivariate Analyse mittels einer Kreuztabelle näher untersucht. Neben der visuellen Analyse erfolgt die statistische Überprüfung einer möglichen Abhängigkeit zwischen den vier Clustern und den jeweiligen Kontrollvariablen mittels einer Chi-Quadrat-Testung nach Pearson (BÜHL 2010, S. 657 und 292ff.).

7.5.1 Zusammenhang zwischen Clustertypen und Geschlecht

Betrachtet man die geschlechtsspezifische Zusammensetzung der einzelnen Cluster, so lässt sich nur beim "Wenig selbstbestimmten Newbie" (Cluster 2) eine paritätische Geschlechtsverteilung erkennen. Der "Unmotivierte Selbstzweifler" (Cluster 1) ist zu 60% weiblich, was auf Grund der insgesamt geringeren weiblichen Probandenzahl noch deutlicher zu gewichten ist. Demgegenüber ist der "Interessierte Durchschnitts-Typ" (Cluster 3) sowie der "Erfahrene, selbstbestimmte Anpacker" (Cluster 4) größtenteils männlich (vgl. Tab. 7 und Abb. 60). Der Chi-Quadrat-Test nach Pearson deutet daraufhin, dass zwischen den Clustertypen und der unabhängigen Variable "Geschlecht" ein "sehr signifikanter" Zusammenhang zu vermuten ist ($X^2(\text{nach Person}) = 14,0$; $p = 0,003$).

		Geschlecht		
		männlich	weiblich	Gesamt
Cluster	1	26 (40%)	39 (60%)	65
	2	25 (53,2%)	22 (46,8%)	47
	3	33 (67,3%)	16 (32,7%)	49
	4	38 (70,4%)	16 (29,6%)	54
Gesamt		122 (56,7%)	93 (43,3%)	215

Tab. 7: Kreuztabelle Clustertypen und Geschlecht; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

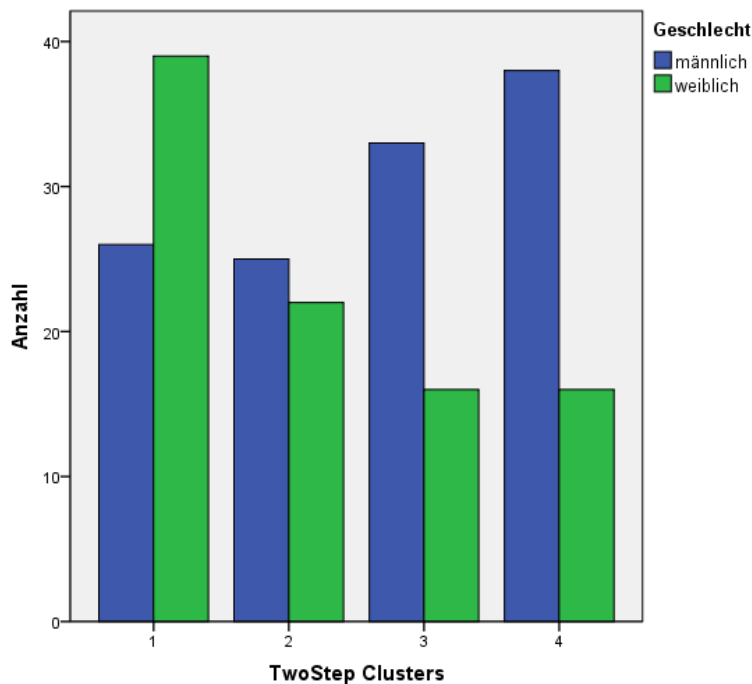


Abb. 60: Kreuztabelle Clustertypen und Geschlecht

7.5.2 Zusammenhang zwischen Clustertypen und Schulart

Eine ebenso deutliche Abhängigkeit attestiert der Chi-Quadrat-Test den beiden Variablen Clusterzugehörigkeit und Schulart: Dieser Zusammenhang ist als höchst signifikant zu werten ($X^2_{(\text{nach Person})} = 40,8$; $p < 0,001$). Die Ergebnisse der Kreuztabellierung zeigen (vgl. Abb. 61), dass ein Großteil der "Unmotivierten Selbstzweifler" (Cluster 1, 76,9%) und des "Interessierten Durchschnitts-Typen" (Cluster 3, 73,5%) Schüler des Gymnasiums sind. Dahingegen finden sich im Cluster 2 (59,6%) größtenteils Realschüler. Beim Cluster 4, dem "Erfahrenen, selbstbestimmten Anpacker", überwiegt die Anzahl der gymnasialen Schüler ebenfalls - hier ist jedoch zu beachten, dass der prozentuale Anteil dieser an der Gesamtzahl der (ins Clustering einbezogenen) Schüler deutlich überwiegt (siehe Tab. 8). Legt man also den prozentualen Anteil der Realschüler an der Gesamtgruppe zugrunde, so übertreffen die Realschüler in dieser Gruppe sogar den zu erwartenden Anteil leicht.

		Schulart		
		Gymnasium	Realschule	Gesamt
Cluster	1	50 (76,9%)	15 (23,1%)	65
	2	19 (40,4%)	28 (59,6%)	47
	3	36 (73,5%)	13 (26,5%)	49
	4	30 (55,6%)	24 (44,4%)	54
Gesamt		138 (62,8%)	80 (37,2%)	215

Tab. 8: Kreuztabelle Clustertypen und Schulart; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

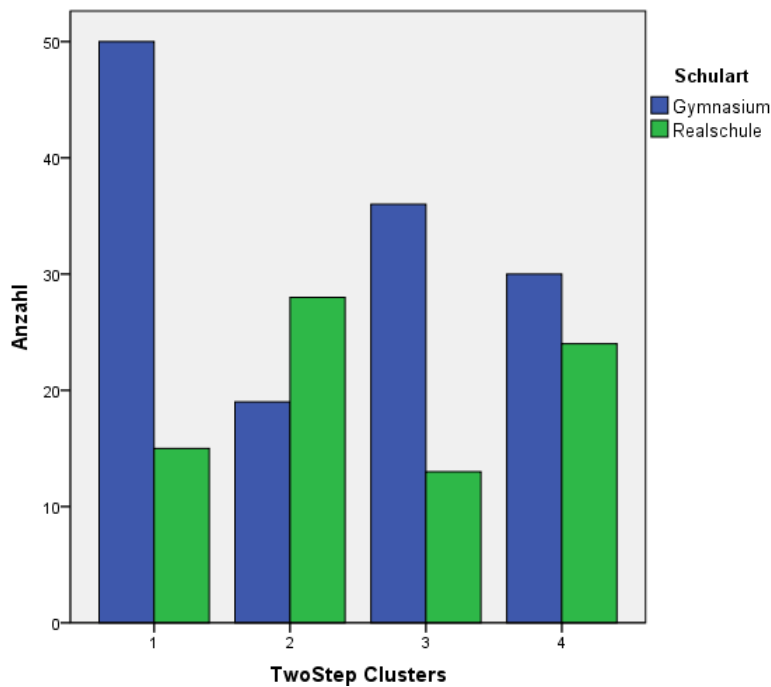


Abb. 61: Kreuztabelle Clustertypen und Schulart

7.5.3 Zusammenhang zwischen Clustertypen und Alter/Klassenstufe

Statistisch besteht auch zwischen dem Alter ($X^2_{(\text{nach Person})} = 40,4$; $p = 0,002$) und der damit deutlich korrelierenden Klassenstufe der Schüler ($X^2_{(\text{nach Person})} = 37,8$; $p = 0,001$) ein "sehr signifikanter" Zusammenhang zu den vier Clustertypen. Betrachtet man die altersbedingte Zusammensetzung der vier Gruppen (vgl. Abb. 62), so lassen sich mehrere Besonderheiten erkennen: Bei den "Unmotivierten Selbstzweiflern" (Cluster 1) finden sich Schüler aus allen Altersgruppen. Darin sind überproportional viele 16-Jährige (42,3% aller 16-Jährigen), 17-Jährige (44,4% aller 17-Jährigen) und 18-Jährige vertreten (55,6% aller 18-Jährigen). Die Anzahl der 14-Jährigen fällt hierbei mit einem Anteil von 11,5% an allen Gleichaltrigen relativ gering aus.

Bei den "Wenig selbstbestimmten Newbies" (Cluster 2) erscheint diese Altersgruppe hingegen auffällig zahlreich vertreten zu sein (53,8% aller 14-Jährigen). Alle anderen Altersgruppen sind innerhalb des Clusters mit einem Gleichaltrigen-Anteil von 11,1% (13-Jährige) bis 22,2% (12- und 17-Jährige) unterrepräsentiert vertreten.

Die "Interessierten Durchschnitts-Typen" (Cluster 3) rekrutieren sich aus allen untersuchten Jahrgängen zu prozentual vergleichbaren Anteilen von 17,3% (16-Jährige) bis 33,3% (12- und 17-Jährige). Lediglich die Anzahl der 14-Jährigen fällt mit einem Anteil an den Gleichaltrigen von 11,5% niedrig aus. Gleiches gilt für die Anzahl der 18-Jährigen, von denen nur ein Schüler in diesem Cluster vertreten ist.

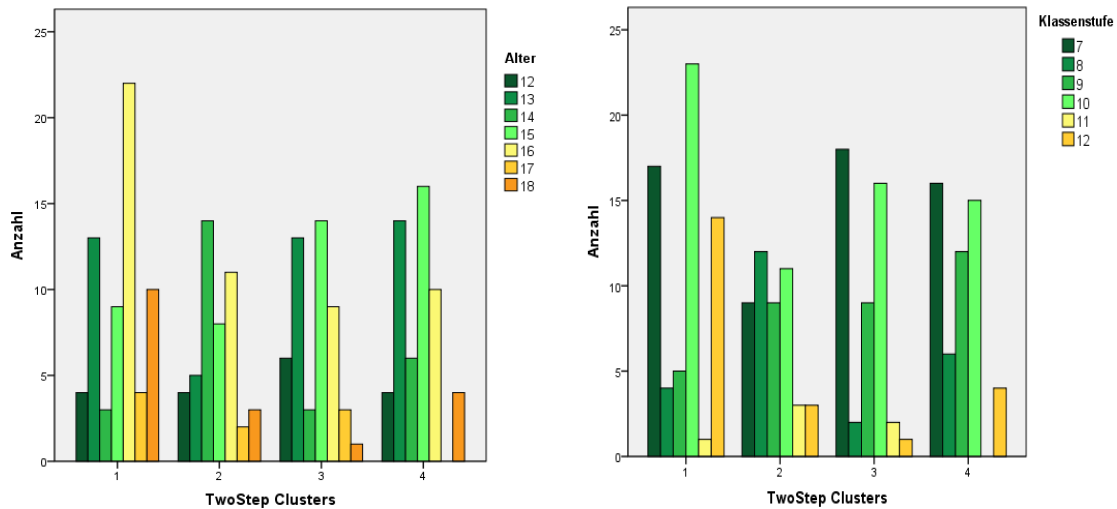
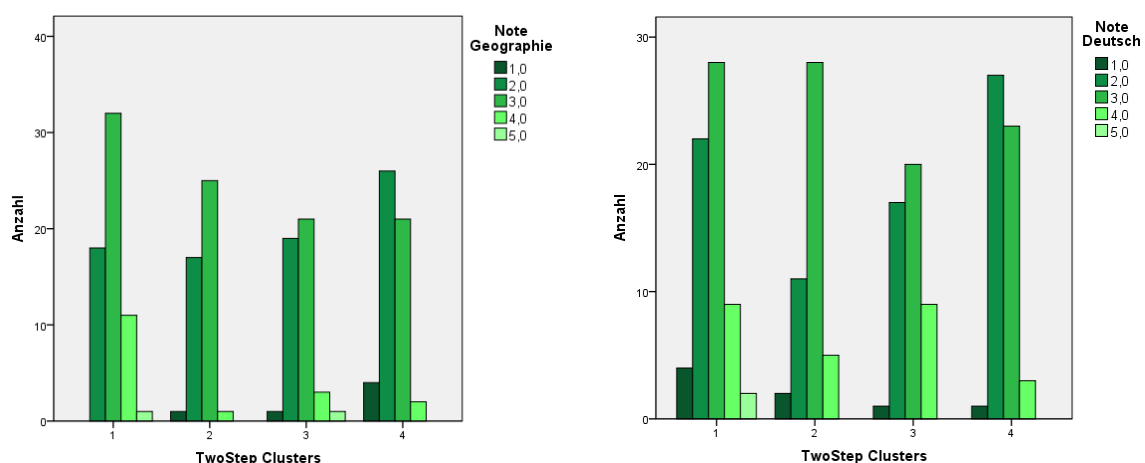


Abb. 62: Kreuztabelle Clustertypen und Alter bzw. Klassenstufe

7.5.4 Zusammenhang zwischen Clustertypen und Fachnoten

Die Kreuztabellierung der Cluster mit den jeweiligen Fachnoten des letzten Zeugnisses liefert ein indifferentes Bild (siehe Abb. 63). Bei den Noten der Fächer Mathematik ($X^2_{(\text{nach Person})} = 9,1$; $p = 0,69$) und Deutsch ($X^2_{(\text{nach Person})} = 17,8$; $p = 0,12$) sowie des Fächerverbundes NWA ($X^2_{(\text{nach Person})} = 16,7$; $p = 0,16$) lässt sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zu Clustertypen ausweisen. Als auffällig, wenn auch nicht statistisch signifikant, erscheinen hierbei die überdurchschnittlich guten Schulnoten bei Schülern des vierten Clusters. Als antipodisch erweist sich hier erneut das erste Cluster. Die Probanden dieser Gruppe weisen fast durchwegs schlechtere Noten auf (vgl. Abb. 63).



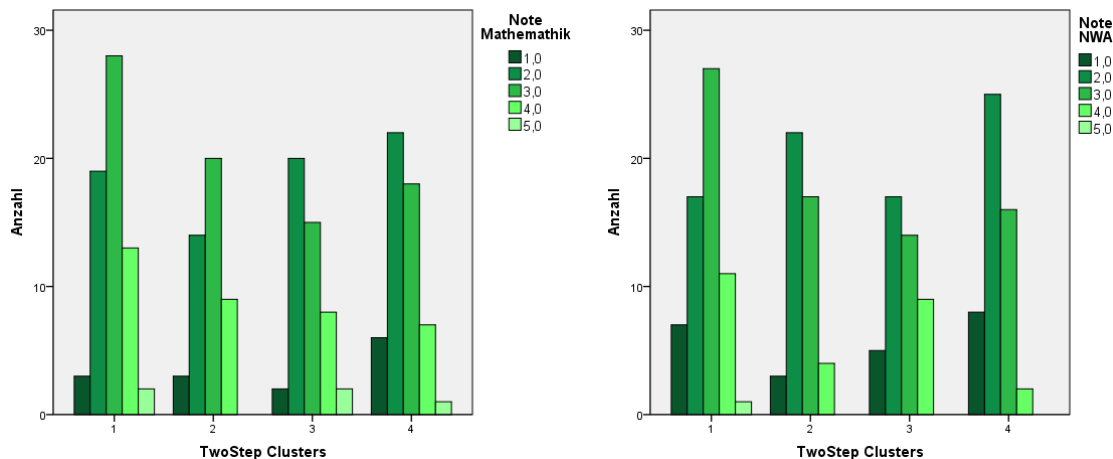


Abb. 63: Kreuztabelle Clustertypen und Zeugnisnoten in Geographie/EWG, Deutsch, Mathematik und Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA); auf ganze Noten gerundet

Diese Auffälligkeiten zeigen sich auch bei der Betrachtung der Geographie-/EWG-Noten (siehe Tab.9). Hier ist der Zusammenhang zu den vier Clustervariablen als statistisch signifikant zu werten ($X^2_{(\text{nach Person})} = 22,4$; $p = 0,03$).

		Note Geographie						Gesamt
		1,0	1,8 -2,3	2,5 -3,3	3,5 -4,3	4,5- 5,0	Ø	
Cluster	1	0	18 (29%)	32 (51,5%)	11 (18%)	1 (1,5%)	2,9	62
	2	1 (2%)	17 (39%)	25 (57%)	1 (2%)	0	2,6	44
	3	1 (2%)	19 (42%)	21 (47%)	3 (7%)	1(2%)	2,6	45
	4	4 (7,5%)	26 (49%)	21 (39,5%)	2 (4%)	0	2,4	53
Gesamt		6 (2,9%)	80 (39,2%)	99 (48,5%)	17 (8,3%)	2 (1%)	2,6	204

Tab. 9: Kreuztabelle Clustertypen und Geographie-/EWG-Note; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

7.5.5 Zusammenhang zwischen Clustertypen und Computererfahrung

Betrachtet man, inwiefern eine Abhängigkeit zwischen Computererfahrung der Schüler und ihrer Gruppenzugehörigkeit besteht, so zeigt sich auch hier ein statistisch signifikanter Zusammenhang beider Merkmale ($X^2_{(\text{nach Person})} = 22,4$; $p = 0,03$). Der "Unmotivierte Selbstzweifler" (Cluster 1) besitzt im Vergleich zu den anderen Gruppen deutlich weniger Computererfahrung und schätzt dies mehrheitlich als "mittelmäßig" ein. Der "Wenig selbstbestimmte Newbie" (Cluster 2) unterscheidet sich vom "Interessierten Durchschnitts-Typ" (Cluster 3) in der Einschätzung der Computererfahrung eher geringfügig. Beide Nutzertypen haben das Verteilungspeak im Einstufungsbereich "viel", wobei zuletzt genannter Clustertyp mit 27 Nennungen (57%) hier eine deutliche Peak-Ausprägung aufweist. Mehr als 70% der Schüler des Clusters "Erfahrener, selbstbestimmter Anpacker" attestieren sich selbst "viel" oder "sehr

viel" Computererfahrung. Das Cluster verfügt über den im Vergleich zu den anderen Gruppen prozentual größten Anteil an Nutzern mit sehr viel PC Erfahrung (vgl. Tab. 10).

		Computererfahrung				Gesamt
		Sehr begrenzt	Mittelmäßig	viel	Sehr viel	
Cluster	1	3 (4,6%)	30 (46,2%)	19 (29,2%)	13 (20%)	65
	2	1 (2,1%)	15 (31,9%)	22 (46,8%)	9 (19,1%)	47
	3	0	12 (24,5%)	27 (55,1%)	8 (16,3%)	47
	4	0	16 (29,6%)	23 (42,6%)	15 (27,8%)	54
Gesamt		4 (1,8%)	73 (34,3%)	91 (42,7%)	45 (21,1%)	213

Tab. 10: Kreuztabelle Clustertypen und Computererfahrung; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

7.5.6 Zusammenhang zwischen Clustertypen und Satellitenbilderfahrung

Analysiert man basierend auf der Selbstauskunft der Schüler den Satellitenbildeinsatz in der Schule in den jeweiligen Clustertypen, so zeigen sich keine statistisch signifikanten Zusammenhänge beider Faktoren ($X^2_{(\text{nach Person})} = 6,3$; $p = 0,90$). In allen vier Gruppen geben etwa 25% der Schüler an, einmal pro Monat oder häufiger mit Satellitenbildern im Unterricht gearbeitet zu haben. Zwischen 18% und 26% attestieren jedoch auch ihren Lehrern, Fernerkundungsdaten weniger als einmal pro Jahr eingesetzt zu haben. Der deutliche Großteil der Lernenden meint, dass Satellitenbilder einmal pro Jahr (oder häufiger) in den Unterrichtsalltag eingebunden wurden. Einzig die Schüler des Clusters 2 erschienen etwas heterogener, da 29% angeben den "Blick von oben" einmal pro Monat (oder mehr) im unterrichtlichen Kontext erhalten zu haben. Genauso finden sich in diesem Cluster 29% Schülern, die dem Lehrer bescheinigen, dass dies einmal pro Jahr (oder mehr) der Fall war und 26% meinen, Satellitenbilder wurden weniger als einmal pro Jahr eingesetzt (vgl. Abb. 64).

		Einsatz von Satellitenbildern in der Schule					Gesamt
		1x pro Woche (oder mehr)	1x pro Monat (oder mehr)	1x pro Jahr (oder mehr)	weniger als 1x pro Jahr	nie	
Cluster	1	0	15 (25%)	27(45%)	11 (18,3%)	7 (11,7%)	60
	2	1 (2,6%)	11 (28,9%)	11(28,9%)	10 (26,3%)	5 (13,2%)	38
	3	2 (4,5%)	10 (22,7%)	17 (38,6%)	11 (25%)	4 (9,1%)	44
	4	1 (2%)	14 (27%)	20 (39%)	9 (18%)	7 (14%)	51
Gesamt		4 (2,1%)	50 (25,9%)	75 (38,9%)	41 (21,2%)	23 (11,9%)	193

Tab. 11: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildeinsatz in der Schule; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

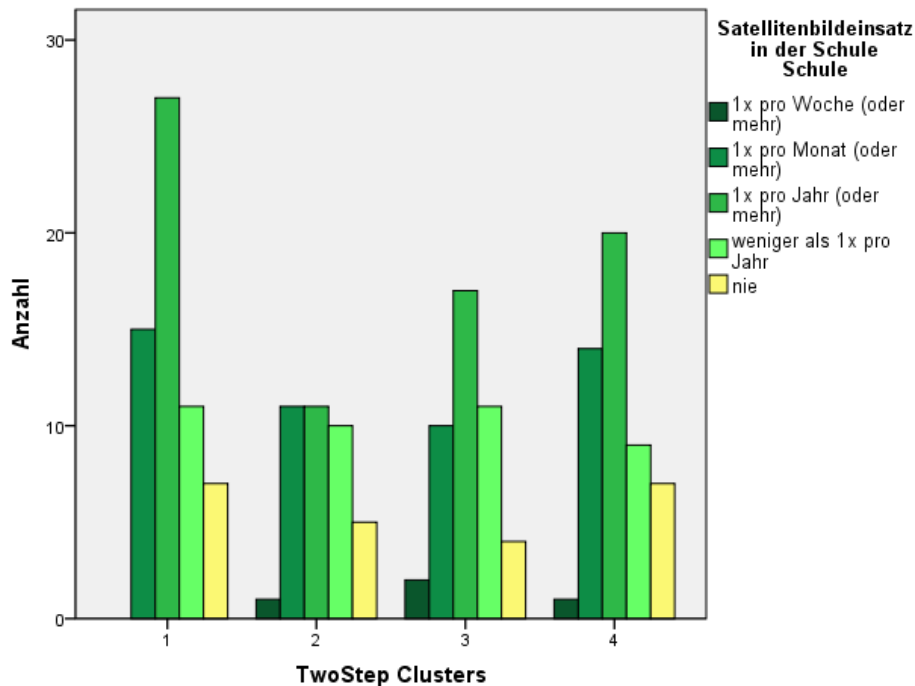


Abb. 64: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildnutzung (in der Schule)

Entgegen des schulischen Einsatzes von Satellitenbildern besteht zwischen den Clustertypen und der privaten Nutzung von Fernerkundungsdaten ein höchst signifikanter Zusammenhang ($X^2_{(\text{nach Person})} = 40,8$; $p < 0,001$). 57% der "Unmotivierten Selbstzweifler" (Cluster 1) nutzen im privaten Umfeld nie oder weniger als einmal pro Jahr Satellitenbilder. Dabei stellt die Kategorie der privaten Nicht-Nutzer mit 36,5% den deutlich größten Anteil dar. Der "Wenig selbstbestimmte Newbie" (Cluster 2) erscheint insgesamt heterogener. Innerhalb dieser Gruppierung gibt es sowohl intensive Nutzer von Satellitenbilddarstellungen im nicht-schulischen Kontext (1x pro Woche), gelegentliche Nutzer (1x pro Monat bzw. 1x pro Jahr) als auch diejenigen Schüler, die Satellitenbilder zu Hause nie betrachten oder analysieren. Der "Interessierte Durchschnitts-Typ" (Cluster 3) hat den maximalen Peak mit 35% der Nutzung von Fernerkundungsdaten einmal im Monat (oder mehr). Innerhalb dieses Clusters finden sich jedoch auch 22% der Schüler, die dieses Medium privat nie verwenden. Mehr als zwei Drittel (68%) der "Erfahrenen, selbstbestimmten Anpacker" (Cluster 4) setzen Satellitenbilder hingegen für Recherchen oder Analysen in privaten Kontexten ein (vgl. Tab. 12). Damit bestätigt sich, dass Großteile dieser Gruppe nicht nur ein singuläres "situationsspezifisches Interesse" an diesem Medium haben. Auf Grund des häufigen privaten Einsatzes kann hier den Gruppenmitgliedern auch ein "zeit- und situationsübergreifend" individuelles Interesse an der Auseinandersetzung mit dem Satellitenbildern attestiert werden (VOGT 2007, S. 13).

		Einsatz von Satellitenbildern privat					Gesamt
		1x pro Woche (oder mehr)	1x pro Monat (oder mehr)	1x pro Jahr (oder mehr)	weniger als 1x pro Jahr	nie	
Cluster	1	0	12 (19%)	15 (23,8%)	13 (20,6%)	23 (36,5%)	63
	2	5 (11,9%)	9 (21,4%)	12 (28,6%)	3 (7,1%)	13 (31%)	42
	3	3 (6,5%)	16 (34,8%)	10 (21,7%)	7 (15,2%)	10 (21,7%)	46
	4	11 (22%)	23 (46%)	9 (18%)	4 (8%)	3 (6%)	50
Gesamt		19 (9,5%)	60 (29,9%)	46 (22,9%)	27 (13,4%)	49 (24,4%)	201

Tab. 12: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildeinsatz privat; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

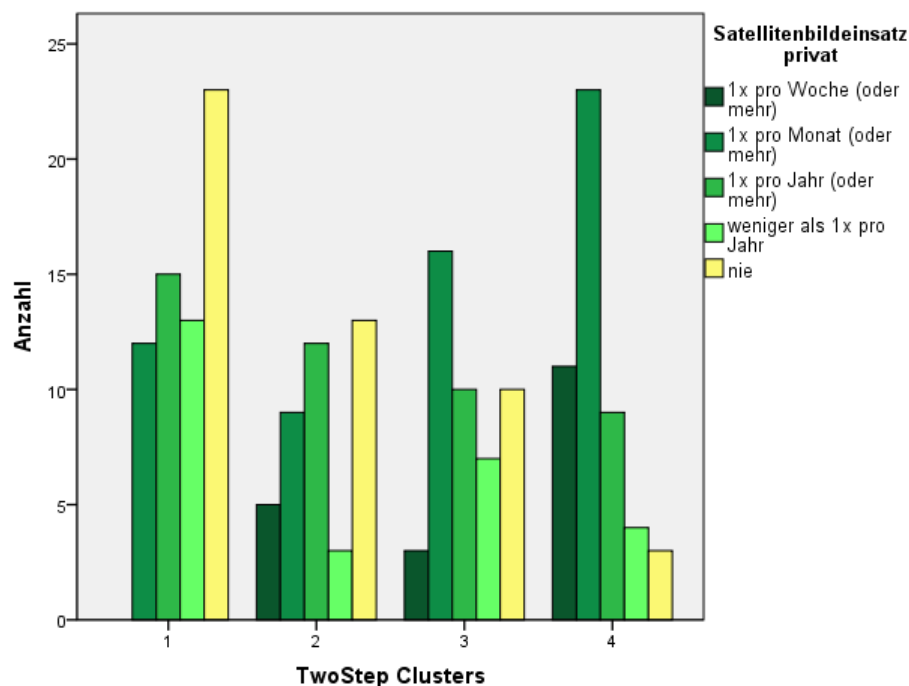


Abb. 65: Kreuztabelle Clustertypen und Satellitenbildnutzung (privat)

Die Nutzerprofile "Einsatz von "Google Earth", "Google Maps", "Bing" & Co" zur Erkundung der Erde" (vgl. Tab. 13, Abb. 66) zeigen ähnliche Tendenzen wie die zuvor dargestellten Gruppenprofile der privaten Nutzung von Satellitenbildern ($X^2_{(\text{nach Person})} = 36,3$; $p < 0,001$). Mehr als 60% der Schüler des ersten Clusters verwenden die genannten Geobrowser bzw. virtuellen Hypergloben weniger als 1x pro Monat und zählen im Vergleich zu den anderen Gruppen zu den seltenen Nutzern dieses digitalen Mediums. Die Schüler des vierten Clusters stellen auch hier den Gegenpol dar: Fast 30% nutzen Geobrowser mindestens einmal pro Woche und 41% bedienen sich des interaktiven Blickes (von oben) auf unsere Erde einmal pro Monat oder mehr. Damit zählt der "Erfahrene, selbstbestimmte Anpacker" im Vergleich zu den Schülern des Clusters 1 und 3 zu den Intensiv-Nutzern dieser "multimedialen Repräsentationsform räumlicher Phänomene" (KLEIN 2008, S. 9).

		Einsatz von Geobrowsern ("Google Earth", "Google Maps", "Bing") zur Erkundung der Erde					Gesamt
		1x pro Woche (oder mehr)	1x pro Monat (oder mehr)	1x pro Jahr (oder mehr)	weniger als 1x pro Jahr	nie	
Cluster	1	3 (4,7%)	21 (32,8%)	29 (45,3%)	10 (16,6%)	1 (1,6%)	64
	2	11 (24,4%)	24 (53,3%)	8 (17,8%)	2 (4,4%)	0	45
	3	5 (10,9%)	23 (50%)	15 (32,6%)	1 (2,2%)	2 (4,3%)	46
	4	15 (29,4%)	21 (41,2%)	10 (19,6%)	5 (9,8%)	0	50
Gesamt		4 (16,5%)	50 (43,2%)	75 (30,1%)	41 (8,7%)	23 (1,5%)	201

Tab. 13: Kreuztabelle Clustertypen und Einsatz von Geobrowsern; Prozentanteil innerhalb der Klasse gerundet

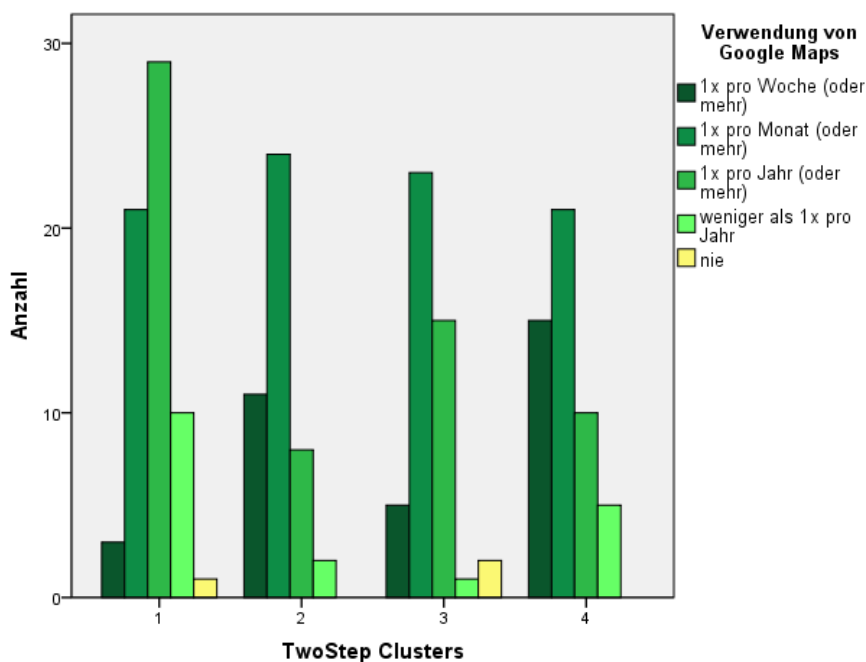


Abb. 66: Kreuztabelle Clustertypen und Verwendung von Geobrowsern wie Google Earth, Google Maps, Bing, usw.

In einem Bereich zeigt sich jedoch eine sehr auffällige, scheinbare Diskrepanz im Vergleich zur Nutzung von Satellitenbildern (sowohl privat als auch schulisch). Nur 1,5% der Schüler gaben insgesamt an, noch nie mit digitalen Geobrowsern die Erde erkundet zu haben. 24,4% der Schüler waren jedoch der Ansicht, sich privat noch nie mit Satellitenbildern beschäftigt zu haben. 11,0% gaben an, auch in der Schule noch nie Satellitenbilddaten genutzt zu haben. Dies lässt die Vermutung nahe, dass viele der jugendlichen Nutzer zwar Geobrowser verwenden, jedoch nicht wissen, dass diese weitestgehend aus Fernerkundungsdaten generiert werden.

Am deutlichsten erscheint diese Ambivalenz beim "Wenig selbstbestimmten Newbie" (Cluster 2) zu sein. 77,8% der Schüler dieses Clusters verwenden Google Maps mindestens einmal pro Monat. Satellitenbilder privat meinen jedoch nur 33,3% einmal im Monat oder häufiger zu

verwenden (vgl. Abb. 66). In der Schule verwenden nach der Probanden-Selbstauskunft auch nur 31,5% dieses Clusters Satellitenbilder (vgl. Abb. 66). Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Schüler bei der Nutzung von Geobrowsern häufig auf den dort ebenfalls eingebundenen Kartendienst beschränken. Damit wäre der dargestellte scheinbare Widerspruch auch zu erklären. Dies ist jedoch auf Grund der Erkenntnisse der teilnehmenden Beobachtung im Rahmen der Untersuchung sehr unwahrscheinlich, da sich hier gezeigt hat, dass die Schüler den Kartendienst der Geobrowser kaum einsetzen.

7.5.7 Zusammenhang Clustertypen und Computernutzung

Im Rahmen der Untersuchung wurden zahlreiche Variablen zur privaten und schulischen Nutzung verschiedener online und desktopbasierender Softwareprodukte sowie die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer erhoben (siehe Fragebogen (Abschnitt D) im Anhang). Für die Kreuztabellierung dieser unabhängigen Variablen mit den vier Clustertypen sind, neben der täglichen Computer-Nutzungsdauer, vor allem die Verwendungshäufigkeit von Lernsoftware und internetbasierenden Onlinespielen von besonderem Interesse. Der Grund hierfür liegt in dem methodisch und mediendidaktisch engen Zusammenhang dieser Variablen zu den in den Treatments eingesetzten Softwareprodukten. Betrachtet man die Abhängigkeit der vier Cluster von der täglichen Nutzungsdauer des Computers, so zeigt sich hier ein statistisch signifikanter Zusammengang (χ^2 (nach Pearson) = 27,0; $p = 0,028$). Bei der Zusammensetzung der vier Gruppen in Bezug auf die Computernutzungsdauer lassen sich zunächst einmal mehrere Gemeinsamkeiten feststellen. In allen Clustern ist die häufigste Nennung der Probanden eine durchschnittliche Nutzung des Rechners von 1-2 Stunden pro Tag. Zudem zeigt sich, dass jeder (in das Clustering bezogene) Schüler, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit, einen Computer nutzt (vgl. Abb. 67). Betrachtet man die Häufigkeitsverteilung der Zeitkategorien, so fällt auf, dass das Cluster 3 eine in Ansätzen zweigipfelige Verteilung aufweist, wohingegen alle anderen Cluster einen eingipfeligen Verlauf haben. Dabei lässt das Cluster 1 einen auffällig schmalgipfeligen Verlauf erkennen (vgl. Abb. 67). Weiterhin zeigt sich innerhalb der "Unmotivierten Selbstzweifler" (Cluster 1) ein vergleichsweise hoher Anteil der Kategorie "2-4 Stunden Computernutzung pro Tag". 40,4% aller Schüler, die diese Kategorie wählten befinden sich im 1.Cluster. Dagegen ist der prozentuale Anteil der Schüler, die mehr als vier Stunden pro Tag vor dem Computer verbringen mit 5,3% verschwindend gering.

Der "Wenig selbstbestimmte Newbie" (Cluster 2) zeigt sich hier kaum auffällig. Alle Kategorien sind mit einem Anteil von 19,1% (0,5 - 1 Stunde) bis 31,6% (bis 0,5 Stunden) gemessen an der prozentualen Erwartung innerhalb der Gruppe ähnlich gleichstark vertreten.

Die Besonderheiten des "Interessierten Durchschnittstyps" (Cluster 3) sind bei dieser bivariaten Analyse, neben dem prozentual niedrigsten Anteil der Wenig-Nutzer des Computers (bis 0,5 Stunden), vor allem der numerisch und mit 52,6% prozentual größte Anteil der Vielnutzer des Rechners (mehr als 4 Stunden täglich).

Der "Erfahrene selbstbestimmte Anpacker" (Cluster 4) zeigt ähnlich wie der "Wenig selbstbestimmte Newbie" kaum Auffälligkeiten in der Verteilung der Kategorien. Lediglich der prozentuale Anteil der täglichen Computernutzung von 2-4 Stunden fällt hier mit 19,2% etwas geringer aus (vgl. Abb. 67).

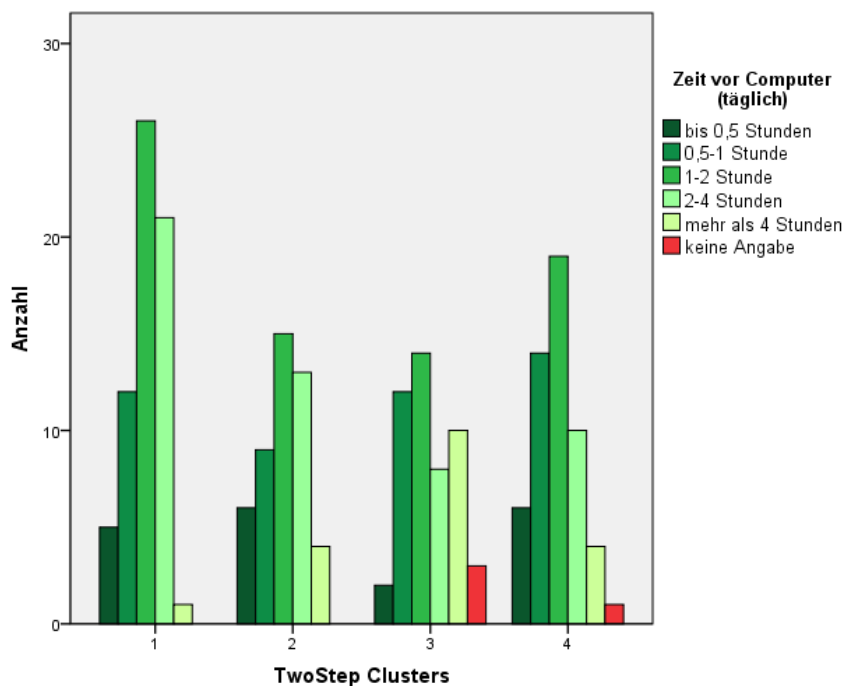


Abb. 67: Kreuztabelle Clustertypen und Zeit vor dem Computer (täglich)

Zwischen der Verwendung von Lern- und Unterrichtsoftware und den Clustertypen lässt der Chi-Quadrat-Test keinen statistisch signifikanten Zusammenhang vermuten (χ^2 (nach Pearson) = 28,5; $p = 0,127$). Als auffällig erweist sich jedoch, dass nur 4 Schüler (bzw. 6,1%) der "Unmotivierten Selbstzweifler" (Cluster 1) eine der ersten drei Kategorien ("täglich", "mehrmals pro Woche", "1x pro Woche") gewählt haben und dementsprechend Lernsoftware regelmäßig (= einmal pro Woche oder häufiger) verwenden (vgl. Abb. 68). Ähnlich verhält es sich bei dem "Interessierten Durchschnittstypen" (Cluster 3). Hier sind es nur zwei Schüler und damit 4,0% innerhalb des Clusters, die Unterrichtsoftware stetig einsetzen. Demgegenüber stehen 12,8% der "Wenig selbstbestimmten Newbies" (Cluster 2), die mindestens einmal in der Woche digitale Lernhilfen einsetzen. Den höchsten Anteil an der häufigen Nutzung von Lern- und Unterrichtsoftware zeigt sich bei den "Erfahrenen selbstbestimmten Anpackern" (Cluster 4). Hier verwenden 9 Schüler und damit 16,7% innerhalb des Clusters mindestens einmal pro

Woche computerbasierte Lernhilfen (vgl. Abb. 68). Diese Tendenzen bestätigen sich bei der Analyse des anderen Endes der Skalierung, nämlich des Einsatzes von Lernsoftware weniger als einmal pro Jahr oder nie. 67,7% der "Unmotivierten Selbstzweifler" und 65,3% der "Interessierten Durchschnittstypen" verwenden dementsprechend digitale Lernprogramme annähernd gar nicht. Bei den "Wenig selbstbestimmten Newbies" fällt dieser Anteil mit 49,0% innerhalb des Clusters deutlich geringer aus. Gleiches gilt auch hier mit 51,9% für den "Erfahrenen selbstbestimmten Anpacker" (vgl. Abb. 68).

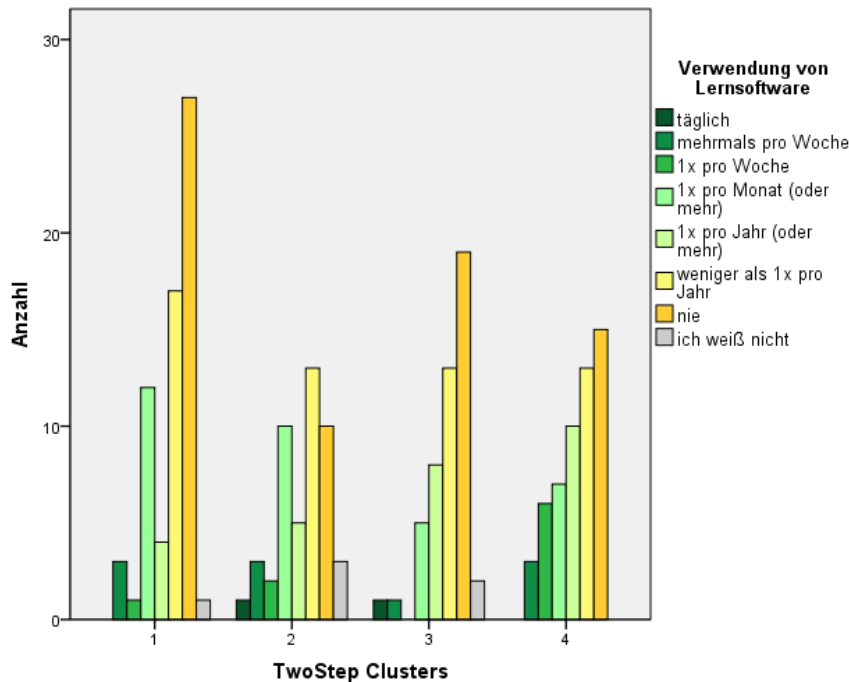


Abb. 68: Kreuztabelle Clustertypen und Verwendung von Lernsoftware

Betrachtet man die Häufigkeit der Nutzung von Online Spielen, so fällt die große Heterogenität innerhalb der vier Clustertypen auf (vgl. Abb. 69). Der Vielzahl an Intensivnutzern dieser Online Angebote stehen jeweils auch eine hohe Anzahl an Nichtnutzern gegenüber. Besonders auffällig erscheint diese Ambivalenz im ersten Cluster. Den höchsten Anteil haben scheinbar die "Online Spiele-Verweigerer" mit 14 Nennungen: "Ich spiele Onlinespiele nie" und damit einem Anteil von 21,5% innerhalb dieser Gruppe. Fasst man jedoch die ersten drei Kategorien ("täglich", mehrmals pro Woche" und "1x pro Woche") zu den Intensivnutzern von Online Spielen zusammen, dann erreichen diese mit einem Anteil von 50,8% die deutliche Mehrheit. Bei den "Wenig selbstbestimmten Newbies" (Cluster 2) stehen dann 68,1% Intensivnutzern nur 12,8% an Nichtnutzern gegenüber. Beim "Interessierten Durchschnittstypen" (Cluster 3) teilt sich das Cluster in 53,1% Vielnutzer und in 18,4% scheinbare Verweigerer entsprechender internetbasierender Spiele-Angebote.

Den "Erfahrenen selbstbestimmten Anpackern" (Cluster 4) stehen 57,4% Intensivnutzern von Onlinespielen sogar nur 13,0% Nichtnutzer dieser webbasierten Anwendungen gegenüber (vgl. Abb. 69). Überprüft man die statistische Abhängigkeit der kreuztabellierten Variablen "Nutzung von Onlinespielen" und "Clusterzugehörigkeit", so lässt der Chi-Quadrat-Test jedoch keine indirekte Abhängigkeit beider Merkmale vermuten (χ^2 (nach Pearson) = 17,4; $p = 0,832$).

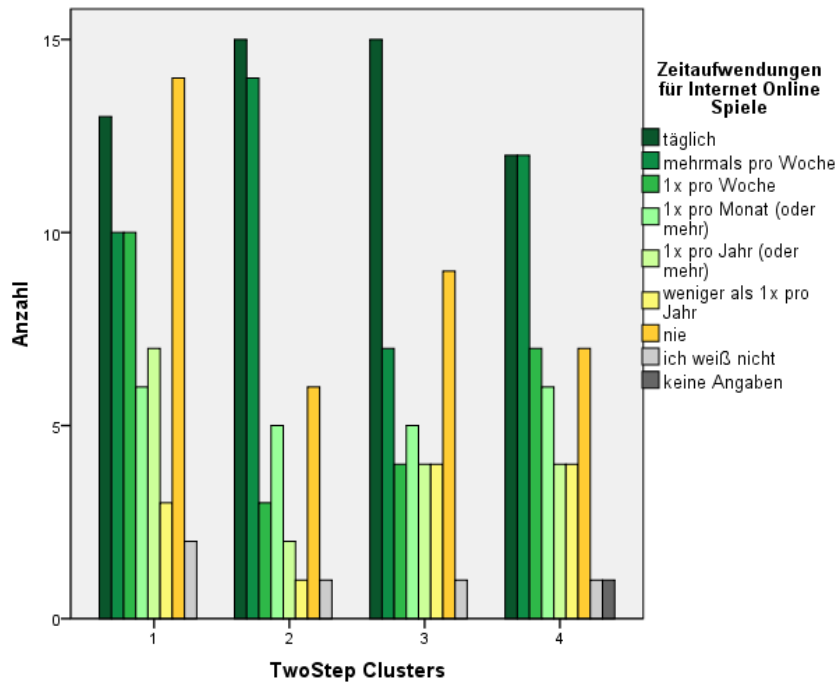


Abb. 69: Kreuztabelle Clustertypen und Zeitaufwendungen für Internet Online Spiele

7.5.8 Zusammenfassende Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Clustertypen und den ausgewählten Kontrollvariablen

Unabhängige Variable ⁷	Clustertypen (Prätest)			
	"Unmotivierter Selbstzweifler" (Cluster 1)	"Wenig selbstbestimmter Newbie" (Cluster 2)	"Interessierter Durchschnittstyp" (Cluster 3)	"Erfahrener, selbstbestimmter Anpacker" (Cluster 4)
Geschlecht**	Weibliche Dominanz	ausgeglichen	männliche Dominanz	männliche Dominanz
Alter/Klassenstufe**	Überproportional viele 16-18-Jährige und wenig 14-Jährige	Überproportional viele 14-Jährige	ausgeglichen	Viele 15-Jährige, sonst ausgeglichen
Schulart***	Überwiegend Schüler des Gymnasiums	Überwiegend Schüler der Realschule	Überwiegend Schüler des Gymnasiums	ausgeglichen
Note in Geographie/EWG*	schlechtere Noten	Keine Auffälligkeit	Keine Auffälligkeit	Bessere Noten
Note in Deutsch	schlechtere Noten	Keine Auffälligkeit	Keine Auffälligkeit	Bessere Noten
Note in Mathematik	schlechtere Noten	Keine Auffälligkeit	Keine Auffälligkeit	Bessere Noten
Note in NWA (Naturwissenschaftliches Arbeiten)	schlechtere Noten	Keine Auffälligkeit	Keine Auffälligkeit	Bessere Noten
Computererfahrung*	„Mittelmäßig“	„viel“	„viel“	„viel“ – „sehr viel“
Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern in der Schule	„1x pro Jahr (oder häufiger)“	Heterogene Verteilung	„1x pro Jahr (oder häufiger)“	„1x pro Jahr (oder häufiger)“
Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern privat***	„nie“ oder „weniger als 1x pro Jahr“	Heterogene Verteilung	„nie“ oder „1x im Monat (oder häufiger)“	„1x in der Woche (oder häufiger)“ oder „1x im Monat (oder häufiger)“

⁷ Alle hervorgehobenen Variablen weisen auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen den vier Clustern und der entsprechenden Variablen hin.

* signifikant ($p \leq 0,05$)

** sehr signifikant ($p \leq 0,01$)

*** höchst signifikant ($p \leq 0,001$)

(gemäß Chi-Quadrat-Test, Quelle: UNTERSTEIN 2007, S. 129)

Nutzungshäufigkeit von digitalen Globen***	„1x pro Jahr (oder häufiger)“	„1x pro Monat (oder häufiger)“	„1x pro Monat (oder häufiger)“ oder „1x pro Jahr (oder häufiger)“	„1x in der Woche (oder häufiger)“ oder „1x im Monat (oder häufiger)“
Computernutzungsdauer (täglich)*	1-4 Stunden	1-4 Stunden	1-4 Stunden und „mehr als 4 Stunden“	0,5-2 Stunden
Nutzungshäufigkeit "Lernsoftware"	„nie“ oder „weniger als 1x pro Jahr“	Heterogene Verteilung: z.T. mindestens einmal pro Woche	„nie“ oder „weniger als 1x pro Jahr“	Heterogene Verteilung: mindestens einmal pro Woche
Nutzungshäufigkeit "Online Spiele"	„1x pro Woche (oder häufiger)“ und "nie"	„1x pro Woche (oder häufiger)“	„1x pro Woche (oder häufiger)“ und "nie"	„1x pro Woche (oder häufiger)“

8 Veränderungen der Lernausgangsbedingungen – eine Clusteranalytische Betrachtung

8.1 Quantitative Erfassung der Veränderungen der Lernausgangsbedingungen

Um die Veränderungen der Lernausgangsbedingungen bei den untersuchten Schülern möglichst differenziert erfassen zu können, wird im Folgenden eine dreistufige statistische Analyse vorgenommen. Dabei bezieht sich die folgende Analyse auf die Veränderungen der Lernausgangsbedingungen von der Baseline-Messung (t_0) zum ersten Posttest (t_1), wie sie sich im Kontext des ersten Treatments vollzogen hat. Eine clusteranalytische Untersuchung der Veränderungen vom Posttest (t_1) zum Posttest (t_2) wird auf Grund der zu geringen Fallzahlen des zweiten Treatments für eine Clusteranalyse nicht durchgeführt. Zudem zeigten die weiteren Analysen (siehe Kap. 6), dass sich bei einer Vielzahl der Probanden im Rahmen des zweiten Treatments keine statistisch auffälligen Veränderungen nachvollziehen lassen.

Für die quantitative Erfassung der Veränderungen der Lernausgangsbedingungen von t_0 nach t_1 wird zunächst die Veränderung der Prädiktoren, die als bedeutsam für die Qualität von Bildungsprozessen erachtet werden (vgl. Kap. 7.2.1), als jeweilige Differenzvariable (Posttest t_1 - Prätest t_0) erfasst. Im nächsten Schritt werden diese Faktoren im Kontext einer clusteranalytischen Betrachtung geprüft und zur Ermittlung entsprechender Veränderungstypen eingesetzt.

Im letzten Untersuchungsschritt wird über eine bivariate Analyse mittels kreuztabellarischer Betrachtung und Chi-Quadrat-Testung (BÜHL 2010, S. 657 und S. 292ff) geprüft, ob zwischen den Veränderungstypen und den im Vorfeld ermittelten Nutzertypen ein möglicher statistischer Zusammenhang besteht.

Sowohl die Auswahl der Differenzvariablen als auch die Voruntersuchungen für das anschließende Clustering erfolgen analog zum vorhergehenden Clusterprozess zur Ermittlung der Nutzertypen. (vgl. Kap. 7.1). Gemäß den vorangestellten Forschungsfragen werden die identischen Clustervariablen gewählt - bei dem nun folgenden Clusterverfahren jedoch als Differenzvariablen. Demzufolge wurden die folgenden Clustervariablen rechnerisch ermittelt:

- Selbstbestimmungsindex (**SDI** t_1-t_0)
- Internalisierte Regulation der Motivation (**Mot intrin** t_1-t_0)
- Introjiert-externalisierte Regulation der Motivation (**Mot Introji-external** t_1-t_0)
- Fähigkeitsselbstkonzept Satellitenbild (**SK Sat** t_1-t_0)
- Fähigkeitsselbstkonzept Computer (**SK PC** t_1-t_0)
- Fähigkeitsselbstkonzept Geographie (**SK Geo** t_1-t_0)
- Interesse Geographie (**Int Geo** t_1-t_0)

Als Methode zur Identifikation der Ausreißer wird das Single-Linkage-Verfahren "Linkage zwischen den Gruppen" sowie das voreingestellte Distanzmaß der "Quadrierten Euklidischen Distanz" verwendet. Mit Hilfe des Dendogramms werden die Fälle 212 und 281 als auffällige Ausreißer identifiziert und vom Clustering ausgeschlossen. Diese Fälle können erst im einundzwanzigsten bzw. im fünfundzwanzigsten Fusionierungsdurchgang einem Cluster zugeordnet werden (siehe Abb. 70). Demnach liegt die Vermutung nahe, dass besagte Fälle eine "vollkommen anders gelagerte Kombination der Merkmalsausprägungen aufweisen" und sich auffällig von den anderen Fällen unterscheiden (BACKHAUS et al. 2011, S. 449).

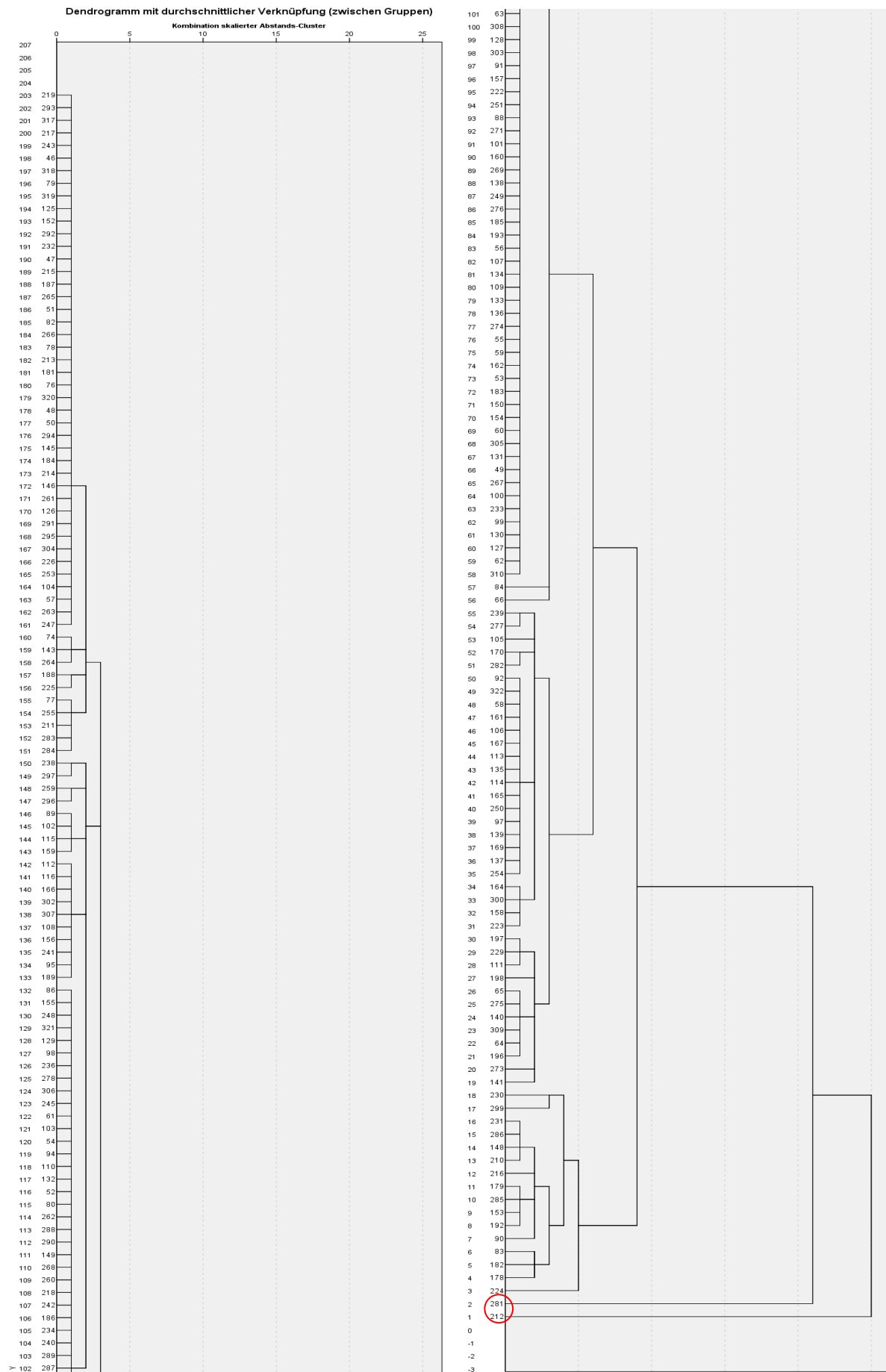


Abb. 70: Hierarchische Clusteranalyse: Dendrogramm

Bei der Wahl der Clusteranzahl wird aus den bereits beschriebenen Gründen (siehe Kap. 7.2.1) von einer automatischen Bestimmung Abstand genommen. Das von BACKHAUS (ebd.) empfohlene "Elbow-Kriterium" als visuelle Entscheidungshilfe zur Bestimmung einer möglichen Clusteranzahl erscheint hier jedoch aus mehreren Gründen weniger hilfreich. Gemäß des Elbow-Kriteriums wäre am ehesten eine Zwei-Cluster-Lösung zu präferieren, da bei einer möglichen Zwei-Cluster-Lösung das quadrierte Abstandsmaß einen markanteren Knick erkennen lässt, als dies bei drei oder vier Clustern der Fall ist (vgl. Abb. 71).

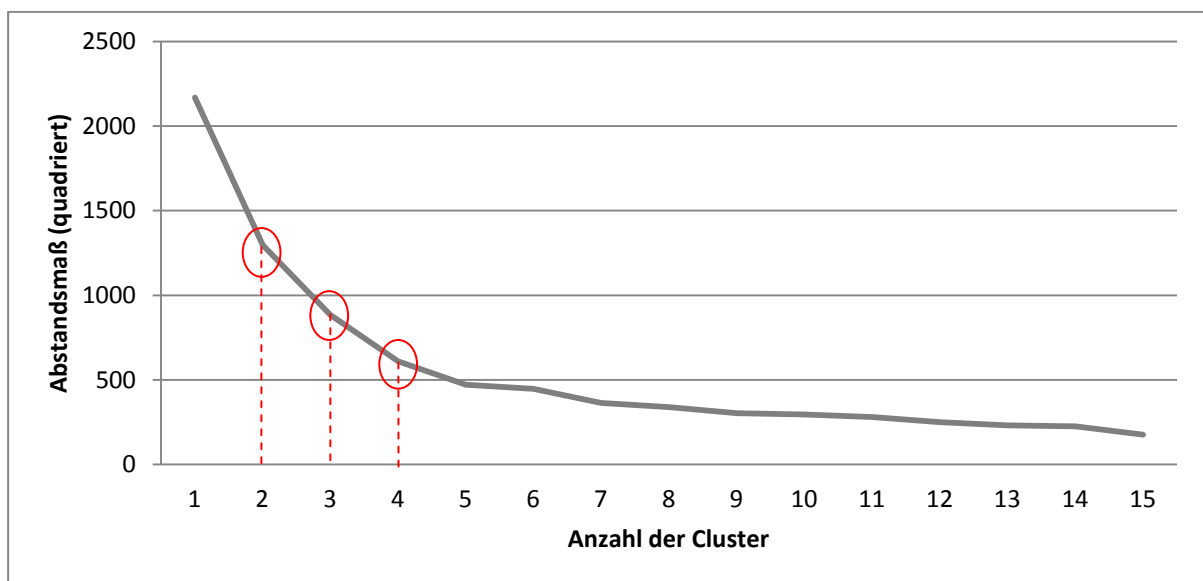


Abb. 71: Elbow-Kriterium zur Bestimmung der Clusterzahl (Scree-Plot), gemäß: Hierarchischer Clusteranalyse (Cluster-Methode: Linkage zwischen den Gruppen, Quadrierter Euklidischer Abstand, Z-Transformation der Variablen)

Sowohl aus inhaltlichen Gründen als auch Gründen der Interpretierbarkeit der Clusterergebnisse wird jedoch von einer 2-Clusterlösung Abstand genommen. In diesem Fall wäre die Homogenität innerhalb der Cluster zwar hoch, aber die gewünschte Heterogenität und damit die vergleichende Interpretation der beiden Cluster zueinander zu gering. Ein angemessenes Proximitätsmaß (bei einem Silhouetten-Kohäsions- und Trennungsmesswert von 0,3) sowie eine gleichzeitig inhaltlich sinnvolle Interpretierbarkeit liefert die Clusterlösung bestehend aus vier Gruppen.

Für die im Rahmen der Two-Step-Clusteranalyse durchgeführte Fusionierung wird das voreingestellte Distanzmaß "Log-Likelihood" sowie eine z-Transformationen zur Standardisierung der eingebunden Variablen/Faktoren gewählt (JANSSEN & LATZ 2007, S. 506). Die mittels der Two-Step-Clusteranalyse ermittelten Cluster zeigen die folgende Verteilung bzw. Gruppengröße auf (Abb. 72):

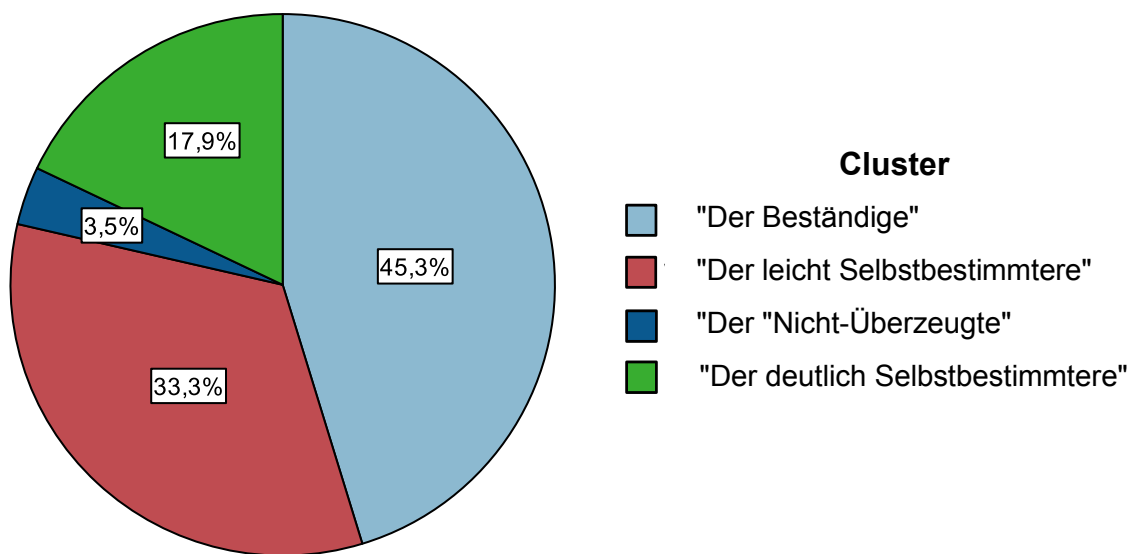


Abb. 72: Clustergrößen und Clusterverteilung

Betrachtet man die Anteile der vier Gruppen an der Gesamtpopulation, so zeigt sich eine sehr heterogene Verteilung. Fasst man die beiden größten Cluster "Der Beständige" ($N = 91$) und der "Der leicht Selbstbestimmtere" ($N = 67$) zusammen, so umfassen diese einen Anteil von 78,6% und überwiegen damit deutlich. Dennoch erscheinen die beiden quantitativ unterrepräsentierten Gruppen "Der Nicht-Überzeugte" ($N = 7$) und der "deutlich Selbstbestimmtere" ($N = 36$) besonders interessant, da sich hier die auffälligsten Veränderungen im Rahmen des hier untersuchten ersten Treatments (von t_0 nach t_1) vollzogen haben. Für das Clustering der vier Faktoren im Rahmen der Two-Step-Clusteranalyse haben die jeweiligen Differenzprädiktoren sehr unterschiedliche Relevanz. Die Wichtigkeit der einzelnen Variablen für diesen Prozess ist der folgenden Darstellung (Abb. 73) zu entnehmen.

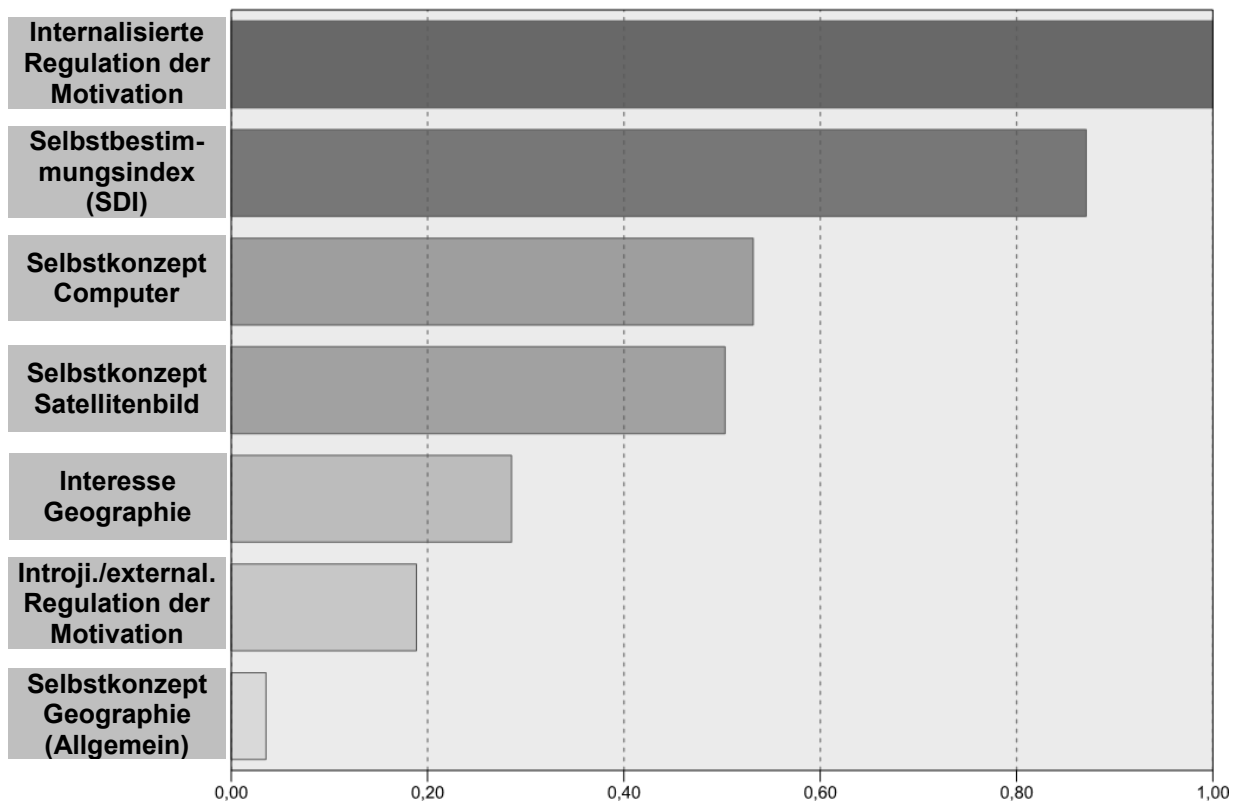


Abb. 73: Bedeutsamkeit der Clusterprädiktoren für das Clustering (es handelt sich hierbei jeweils um die Differenzvariablen/ -faktoren ermittelt aus t_1-t_0)

Von besonderer Relevanz für die Konstitution der Veränderungstypen erweisen sich auch bei diesem Clustering die beiden Differenzfaktoren "Internalisierte Regulation der Motivation" und "Selbstbestimmungsindex SDI". Die Veränderungen dieser Faktoren von t_0 nach t_1 bestimmen demnach maßgeblich die Gruppierung der einzelnen Schüler zu den vier Veränderungstypen. Von mittlerer Bedeutsamkeit ist die Entwicklung der beiden Faktoren "Selbstkonzept Computer" sowie "Selbstkonzept Satellitenbild" im Rahmen des alle Schüler umfassenden ersten Treatments. Von geringer Bedeutung für die Gruppenbildung erscheinen hingegen die Entwicklung des Fachinteresses sowie die Veränderung des Faktors "Introjierte-externalisierte Regulation der Motivation". Als nahezu bedeutungslos für dieses Clustering ist die Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes im Fach Geographie zu bewerten.

Der folgenden Darstellung ist die Zusammensetzung der jeweiligen Cluster zu entnehmen (vgl. Abb. 74). Dabei zeigt sich, dass bei dieser differierenden Betrachtung die einzelnen Clusterprädiktoren auffällig divergierende Bedeutung innerhalb der einzelnen Cluster besitzen.

Bedeutsamkeit der Eingabe
(Prädiktor)

■ 1,0 ■ 0,8 ■ 0,6 ■ 0,4 ■ 0,2 ■ 0,0





Cluster	1	2	4	3
Beschriftung	Der Beständige	Der leicht Selbstbestimmtere	Der deutlich Selbstbestimmtere	Der "Nicht Überzeugte"
Beschreibung	Geringfügige Abnahme der intrin. Motivation sowie des geografischen Interesses. Keine deutlichen Veränderungen im Rahmen des Treatments.	Positive Zunahme des geogr. Interesses, der intrin. Mot. und des SDI bei gleichzeitiger Verbesserung des Sat.-bild-, Computer- und fachbezogenen Selbstkonzeptes.	Sehr deutliche Zunahme des SDI, der intrin. Motivation sowie dem Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Satellitenbildern.	Zunahme der extrinsischen Mot. bei gleichzeitiger Verschlechterung der intrin. Motivation und des SDI. Zudem Verringerung der Selbstkonzeptinschätzungen.
Größe	 45.3% (91)	 33.3% (67)	 17.9% (36)	 3.5% (7)
Input	Mot_intrin_Diff -0.30	Interesse_Diff 0.31	SDI_Diff 3.24	SK_PC_Diff -1.46
	SK_Sat_Diff -0.20	SK_Sat_Diff 0.42	Mot_intrin_Diff 1.05	SDI_Diff -3.27
	Interesse_Diff -0.35	Mot_intrin_Diff 0.29	SK_Sat_Diff 0.79	Mot_introji_extern_Diff 0.86
	SDI_Diff -0.52	SK_PC_Diff 0.14	Mot_introji_extern_Diff -0.26	Mot_intrin_Diff -0.30
	SK_PC_Diff -0.07	Mot_introji_extern_Diff 0.07	SK_PC_Diff 0.13	SK_Sat_Diff -0.69
	SK_Geo_Diff -0.01	SK_Geo_Diff 0.09	Interesse_Diff 0.08	SK_Geo_Diff -0.36
	Mot_introji_extern_Diff -0.20	SDI_Diff 0.46	SK_Geo_Diff 0.07	Interesse_Diff 0.14

Abb. 74: Zusammenfassende Darstellung der Veränderungscluster-Binnenprofile

8.2 Charakteristik der einzelnen Veränderungscluster

Cluster 1: "Der Beständige"

Dieser Veränderungstyp verdankt seinen Namen den im Vergleich zu den anderen Gruppen am persistentesten erscheinenden Clustermerkmalen. Bei der Analyse der Differenz-Items zeigen sich lediglich bei den Faktoren "intrinsische Motivation" ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,301$) und "Interesse Geographie" ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,352$) statistische Veränderungen, die mit einem Effektstärkemaß Cohens $d = 0,67$ bzw. Cohens $d = 0,70$ (vgl. Anhang Tab. A31) als "mittel" zu interpretieren sind (Rost 2007, S. 215ff). Weiterhin verzeichnen der Selbstbestimmungsindex "SDI" ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,520$) sowie der Faktor "SK Satellitenbild" ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,196$) eine geringfügige Abnahme im Mittelwertvergleich. Diese Abnahmen sind jedoch mit einer Effektstärke Cohens d von jeweils deutlich unter 0,51 als "klein" zu werten (ebd.). Die verbleibenden drei Veränderungspaare weisen keine statistisch signifikante und (gemessen an dem Effektstärkemaß Cohens d) praktisch bedeutsame Veränderung auf.

Cluster 2: "Der leicht Selbstbestimmtere"

Die auffälligsten Veränderungen lassen sich beim "leicht Selbstbestimmteren" im Bereich der "intrinsischen Motivation" ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,289$) und des "Selbstkonzepts Satellitenbild" ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,418$) erkennen. Beide Zunahmen zeigen mit Effektstärken von deutlich über 0,81 (nach Cohens d) einen als "groß" zu konstatierenden Effekt (vgl. Anhang Tab. A32). Dementsprechend ist trotz annähernder Stagnation der Mittelwerte zur introjizierten-externalisierten Regulation der Motivation ein erkennbarer Anstieg des Selbstbestimmungsindex (SDI) ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,461$) zu verzeichnen. Diesem Anstieg ist jedoch mit einer Effektstärke von Cohens $d = 0,39$ nur ein "kleiner Effekt" zu bescheinigen. Eine auf 0,001 Niveau ebenfalls höchst signifikante Zunahme ist den Faktoren "Selbstkonzept Computer" ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,140$) und "Interesse Geographie" ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,313$) zu attestieren. Dabei ist die Veränderung des erst genannten Faktors (SK Computer), gemessen an der Effektstärke, mit Cohens $d = 0,45$ als "klein" und die des zweiten Faktors (Interesse Geographie) mit Cohens $d = 0,63$ als "mittel" zu interpretieren (Rost 2007, S. 218).

Cluster 3: "Der Nicht Überzeugte"

"Der Nicht Überzeugte" fällt insgesamt durch eine deutliche Zunahme der introjizierten-externalisierten Regulation der Motivation ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,857$) bei gleichzeitig geringer Abnahme der internalisierten Regulation der Motivation ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,300$) auf (vgl. Anhang Tab. A33). Die rechnerische Konsequenz dieser Veränderungen ist der deutliche Rückgang des Selbstbestimmungsindex (SDI) ($m_{\text{Post-Prä}} = -3,267$). Ebenso auffällig erscheint die Minderung der beiden Fähigkeitszuschreibungen "Selbstkonzept Computer" ($m_{\text{Post-Prä}} = -1,459$) und "Selbstkonzept Satellitenbild" ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,686$). Die statistisch auffälligen Veränderungen

dieses Clusters sind jedoch als nur bedingt aussagekräftig zu werten, da es sich einerseits um eine sehr kleine Gruppe von nur sieben Probanden handelt, und da andererseits die Korrelationskoeffizienten von sechs der untersuchten sieben Item-Paare mit Werten zwischen $r = 0,18$ (SK Geographie) und $r = 0,52$ (Selbstbestimmungsindex SDI) sich als statistisch nicht signifikant erweisen. Lediglich das Item-Paar "internalisierte Regulation der Motivation" erscheint mit einer Produkt-Moment-Korrelation von $r = 0,91$ und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,004 statistisch signifikant. Die Nullhypothese, dass kein linearer Zusammenhang zwischen den Variablen bestehe, kann somit nur in diesem einen Fall (mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,4%) zurückgewiesen werden.

Cluster 4: "Der deutlich Selbstbestimmtere"

In gleichem Maße wie im Cluster 1 und 2 erscheinen auch bei diesem Veränderungstypen alle Item-Paare innerhalb des Clusters mit Korrelationskoeffizienten zwischen $r = 0,645$ und $r = 0,903$ und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,000 als statistisch signifikant. Dementsprechend kann hier bei allen Item-Paaren die Nullhypothese verworfen werden, wonach die Änderungen zufällig seien. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein linearer Zusammenhang zwischen Prätest und Posttest besteht.

Besonders auffällig erscheinen die im Rahmen des ersten Treatments induzierten Veränderungen im Bereich der internalisierten Regulation der Motivation ($m_{\text{Post-Prä}} = 1,050$), der damit zusammenhängenden Veränderungen des Selbstbestimmungsindex (SDI) ($m_{\text{Post-Prä}} = 3,239$) sowie Veränderungen innerhalb des "Selbstkonzeptes Satellitenbild" ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,788$). In allen drei Fällen sind die Zunahmen der Mittelwerte höchst signifikant und weisen mit hohen Effektstärken (nach Cohen) von $d = 1,40$ bis $2,41$ (vgl. Anhang Tab. A34) auf einen "praktisch bedeutsamen Effekt" (ROST 2007, S. 213) hin. Als ebenfalls bedeutsam (bei mittlerer Effektstärke) und auf 0,01 Niveau signifikant ist die Abnahme der introjiziert-externalisierten Regulation der Motivation ($m_{\text{Post-Prä}} = -0,261$) anzusehen. Die weiteren Veränderungen innerhalb dieses Clusters (vom Prätest zum Posttest) sind zwar als positiv, jedoch auch Grund der geringen Effektstärkemaße sowie mangelnder Signifikanzen auf 0,05 Niveau, als statistisch nicht relevant zu werten (vgl. Anhang Tab. A34).

8.3 Clustervergleich in der Gegenüberstellung

Zur Illustration und Analyse der einzelnen Cluster im Vergleich zur Gesamtverteilung dient folgende Box-Plot Darstellung (Abb. 75). Die Gegenüberstellung ermöglicht es, analog zur vorangegangenen Analyse der Nutzertypen (vgl. Kap. 7.3) ein ausdifferenzierteres Bild über die Verteilung der jeweiligen Veränderungstypen zu erhalten, als dies ein rein deskriptiver Mittelwertvergleich liefern kann. Dabei sind die einzelnen Clusterfaktoren gemäß ihrer Bedeutung für das Clustering von oben nach unten absteigend sortiert.

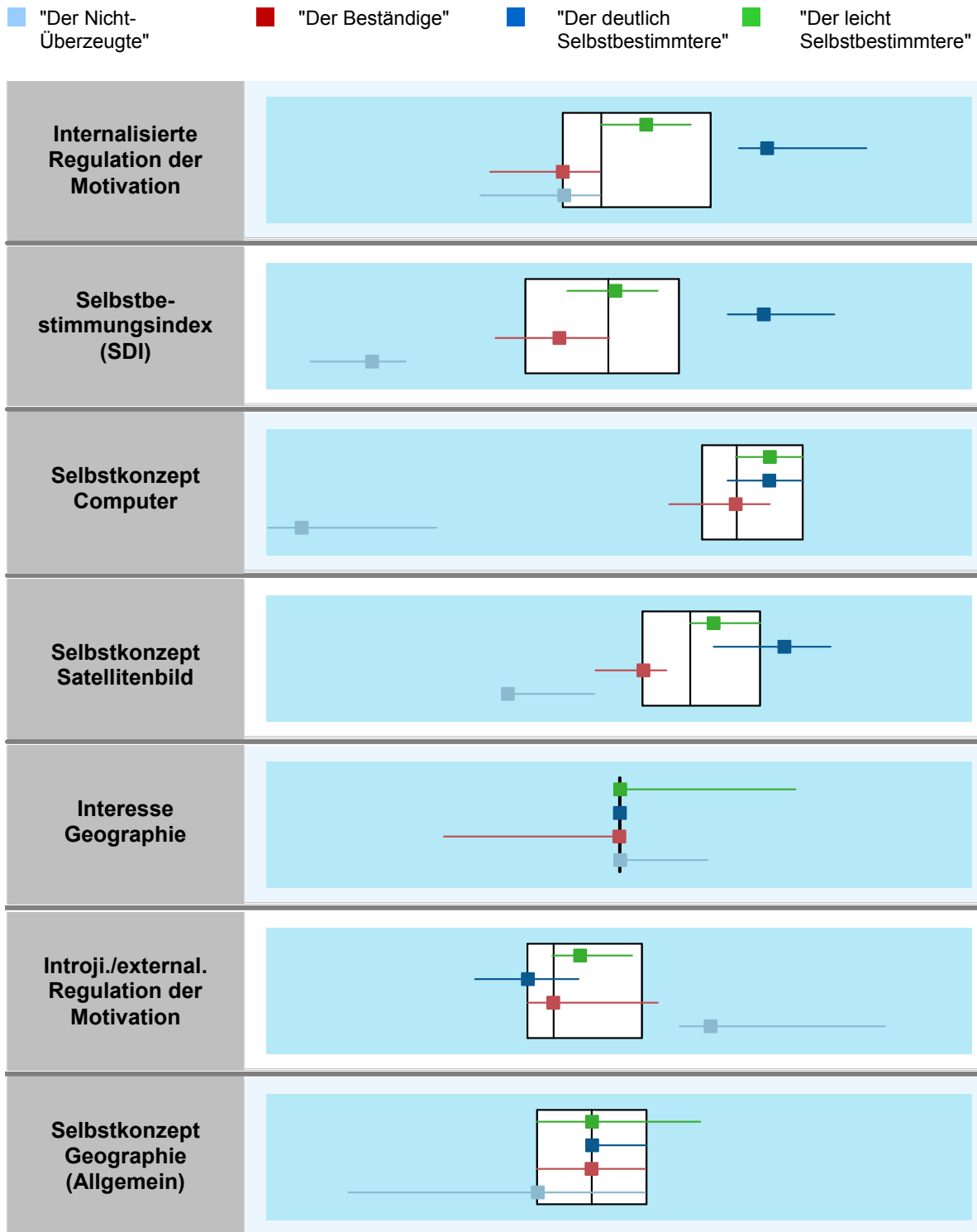


Abb. 75: Cluster-Vergleich der Veränderungstypen im Vergleich zur Gesamtverteilung der Merkmale. (Quadratische Punktmarkierungen stellen den Median; horizontale Linien den Interquartilsbereich der jeweiligen Cluster dar. Die Boxplots visualisieren die Gesamtmediane sowie die entsprechenden Interquartilsbereiche der einzelnen Prädiktoren)

Zieht man die vier oberen und damit zentralen Faktoren des Clusterings in Betracht, so zeigen sich mehrere Auffälligkeiten: Alle Mediane des "leicht Selbstbestimmteren" als auch des

"deutlich Selbstbestimmteren" liegen rechts (und damit oberhalb) des Gesamtmedians der jeweiligen Prädiktoren. Dahingegen liegen alle Mediane des "Beständigen" sowie des "Nicht-Überzeugten" links (und damit unterhalb) der Mediane der Gesamtpopulation, die hier als Vergleichsgruppe dient. Im Folgenden sollen die vier Hauptprädiktoren etwas näher betrachtet werden, da sich trotz der beschriebenen Gemeinsamkeiten auch deutliche Divergenzen erkennen lassen.

Untersucht man den bedeutsamsten Faktor, die "internalisierte Regulation der Motivation", so fällt hier der "deutlich Selbstbestimmtere" auf. Der gesamte Interquartilsbereich dieses Clustertypen liegt außerhalb der Gesamtbox, durch welche die mittleren 50 % der Gesamtdaten repräsentiert werden. Dementsprechend zeigt dieser Clustertyp eine auffällig positive Veränderung der intrinsischen Motivation im Vergleich zur Gesamtgruppe. Dies lässt sich in abgeschwächter Form auch für den "leicht Selbstbestimmteren" diagnostizieren, dessen Interquartilsbereich zwischen Median und oberem Quartil der Vergleichsgruppe zu finden ist. Die Gruppen "Der Beständige" sowie "Der Nicht-Überzeugte" verteilen sich dagegen im Bereich des unteren Quartils der Gesamtgruppe und weisen dabei ein sehr ähnliches Streuungsmaß auf.

Betrachtet man den zweitwichtigsten Faktor dieses Clusterings, den "Selbstbestimmungsindex SDI", so lassen sich hier sehr deutliche Unterschiede in der Streuung und Lage der vier Veränderungstypen erkennen. Entsprechend seiner Benennung liegt der Interquartilsbereich des "deutlich Selbstbestimmteren" erkennbar außerhalb des oberen Quartils der Gesamtgruppe. Durch diese deutlich positive Veränderung des SDI innerhalb dieser Gruppe unterscheidet sich dieses Cluster deutlich von den anderen Gruppen. "Der leicht Selbstbestimmtere" zeigt gemäß seinem Namen leicht positive Veränderungen des Selbstbestimmungsindex im Vergleich zur Gruppengesamtheit. Dahingegen kann dem "Beständigen" im Vergleich eine relative Abnahme attestiert werden. Dieser Rückgang erscheint bei der sieben Schüler umfassenden Gruppe der "Nicht-Überzeugten" auffallend groß. Hierbei ist jedoch der bereits beschriebene begrenzte Aussagewert dieser statistischen Veränderung unter anderem auf Grund der geringen Gruppengröße zu berücksichtigen.

Die Verteilung der vier Veränderungstypen innerhalb des Faktors "Selbstkonzept Computer" lässt eine scheinbar sehr ambivalente Veränderung seitens der Fähigkeitsselbsteinschätzungen im Umgang mit dem Computer vermuten. Die Interquartilsbereiche des "leicht Selbstbestimmteren" sowie des "deutlich Selbstbestimmteren" zeigen ein ähnliches Streuungsmaß. Der Wertebereich, in dem sich die mittleren 50 % der Daten befinden, verteilt sich hierbei nahezu identisch zwischen Median und oberem Quartil der Vergleichsgruppe. Damit zeigen auch bei diesem Faktor die beiden Cluster eine deutlich positivere Veränderung im Kontext des ersten Treatments, sowohl im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen, als auch in der Gegenüberstellung zur Gesamtgruppe. "Der Beständige" zeigt hier eine etwas

größere Streuung bei gleicher Lage des Medians wie die Kontrollgruppe. Insgesamt betrachtet erscheint die Streuung der Gesamtgruppe, repräsentiert durch die Ausdehnung der Box, deutlich geringer zu sein als bei den vorangegangenen Faktoren. Eine ausgeprägte Ausnahme stellt auch hier die Kleingruppe der "Nichtüberzeugten" dar. Deren Interquartilsbereiche zeigt, bei deutlicher Streuung, eine erheblich vom Median der Gesamtgruppen befindliche Linkslage. Dieses auffällige Lagemaß am linken Rand der Skalierung ist jedoch auch dem Umstand geschuldet, dass die Veränderungen des "Selbstkonzeptes Computer" vom Prätest zum Posttest in der Gesamtpopulation vergleichsweise gering sind. Eine dementsprechend moderate Veränderung innerhalb dieses Clusters erscheint im Vergleich zur Gesamtgruppe groß.

Der für die Clustereinteilung viertwichtigste Faktor ("Selbstkonzept Satellitenbild") weist auf den ersten Blick eine etwas homogenere Varianz auf. Klammert man jedoch den "Nichtüberzeugten", der erneut am linken Rand der Gesamtverteilung zu finden ist, aus, so zeigen die drei größeren Clustergruppen ein heterogenes Verteilungsbild. Die Interquartilsbereiche des "leicht Selbstbestimmteren" sowie des "deutlich Selbstbestimmteren" liegen vollständig rechter Hand des Gesamtmedians und sind dabei bezüglich Lagemaß und Streuung vergleichbar mit der Verteilung innerhalb des Faktors "internalisierte Regulation der Motivation". Gleiches gilt für den "Beständigen", dessen Median sich bei beiden Faktoren im Bereich des unteren Quartils der Gesamtgruppe befindet.

Insgesamt betrachtet erscheint die Varianz der drei "großen" Veränderung-Cluster im Bereich des "Selbstkonzeptes Satellitenbild" auffälliger als die des "Selbstkonzeptes Computer". Die größte Verteilungs-Heterogenität zeigen die Cluster jedoch (bei Ausklammerung des "Beständigen") im Bereich des "Selbstbestimmungsindex SDI" sowie innerhalb der "internalisierten Regulation der Motivation". Die für das Clustering der Veränderungstypen bedeutungsärmeren Variablen bzw. Faktoren "Interesse Geographie", "introjierte-externalisierte Regulation der Motivation" und "Selbstkonzept Geographie (Allgemein)" zeigen ein deutlich homogeneres Lagemaß, bei jedoch zum Teil sehr auffälligen Streuungen über die jeweiligen Interquartilsbereiche.

8.4 Zusammenhang zwischen den Veränderungscluster und den Ausgangscluster

Im letzten Schritt der clusteranalytischen Betrachtung wird untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen den Veränderungstypen (t_1-t_0) und den Ausgangstypen, gewonnen aus den Daten der Baseline-Messung (t_0), besteht. Diese Synthese der beiden Clustertypisierungen wird mittels kreuztabellarischen Betrachtung vollzogen. Zudem erfolgt die statistische Überprüfung eines potentiellen bivariaten Zusammenhangs zwischen den vier Veränderungscluster und den

Ausgangskluster mittels einer Chi-Quadrat-Prüfung nach Pearson (BÜHL 2010; S.657 und 292ff.).

Ziel dieses statistischen Prüfverfahrens ist es, mögliche Ursachen der Veränderungen bzw. Ursachen für latent vorhandene Persistenzen bei den untersuchten Prädiktoren aufzudecken. Die folgende Darstellung visualisiert die quantitative Zusammensetzung der Ausgangskluster, gesplittet nach jeweiligen Veränderungskcluster. Von einer prozentualen Darstellung wurde in diesem Fall Abstand genommen, da die Quantitäten beider Cluster keineswegs als homogen einzustufen sind.

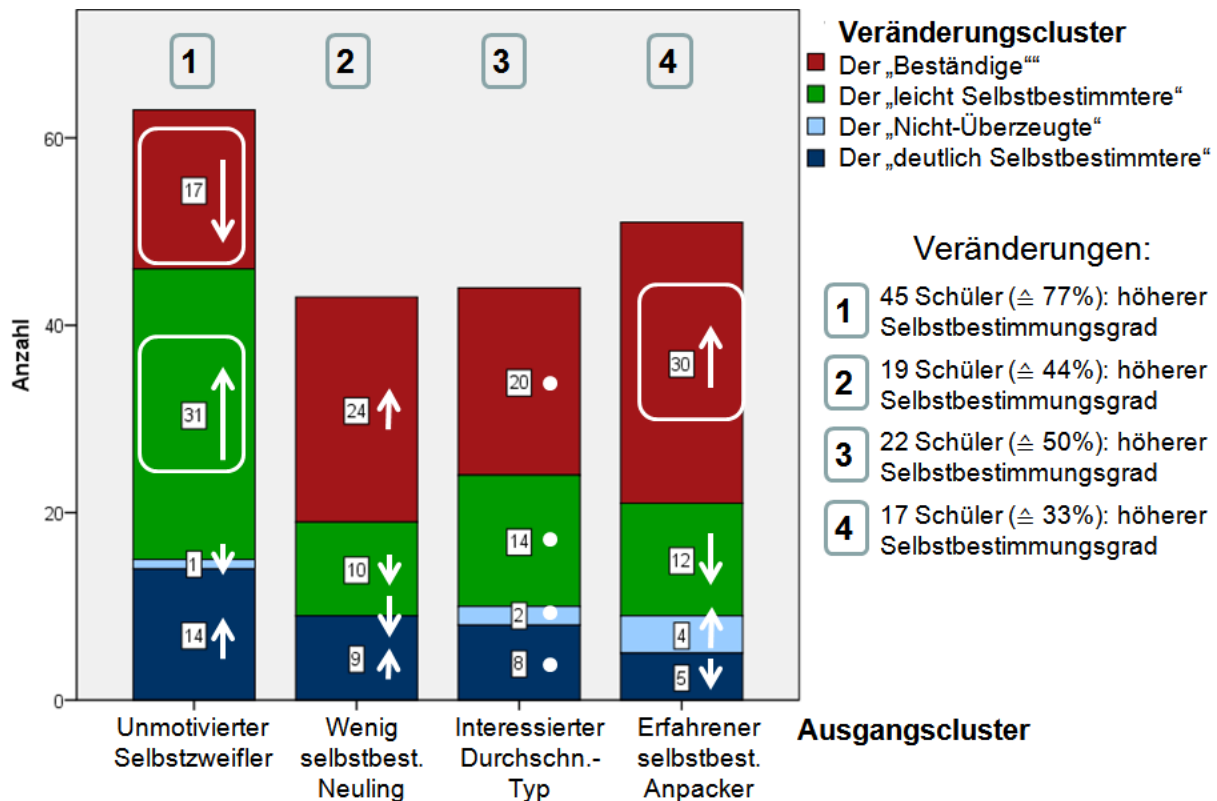


Abb. 76: Kreuztabellarischer Vergleich von Ausgangsklustertypen (Prätest t_0) und Veränderungstypen (ermittelt als Differenzcluster: Posttest 1 (t_1) - Prätest (t_0)) (die Länge der Pfeile gibt das Maß der Veränderung an, die Richtung der Pfeile visualisiert die Art der Veränderung (Zunahme (↑), Abnahme (↓), oder Konsolidierung (○))

In der nachfolgenden Kreuztabelle (Tab. 14) wird neben der tatsächlichen Anzahl der Probanden aus den Veränderungsgruppen auch der entsprechend prozentuale Anteil derer innerhalb der Veränderungskcluster dargestellt. Zudem wird über die theoretisch zu erwartende Anzahl der Teilnehmer aus den Veränderungsgruppen die Abweichung zu der realen Verteilung ermittelt. Betrachtet man diese nicht unerheblichen Abweichungen, so zeigt sich ein auffallend divergentes Bild innerhalb der einzelnen Gruppen. Diese Divergenz zwischen der beobachteten Häufigkeit und der zu erwartenden Häufigkeitsverteilung wird durch den Chi-Quadrat-Test nach Pearson bestätigt. Dieser belegt, dass zwischen Ausgangskluster und Veränderungskcluster ein als "sehr signifikant" einzustufender Zusammenhang besteht ($X^2_{(\text{nach Pearson})} = 23,2$; $p = 0,006$).

Im Folgenden sollen nun die auffallenden Abweichungen, ausgehend von der nachfolgenden Kreuztabelle (Tab. 14) sowie des entsprechenden Balkendiagramms, (Abb. 76) darlegt werden.

		Veränderungscluster ($t_1 - t_0$)				Gesamt
		"Der Beständige" (1)	"Der leicht Selbstbestimmtere" (2)	"Der Nicht-Überzeugte" (3)	"Der deutlich Selbstbestimmtere" (4)	
Ausgangscluster (t_0)	Unmotivierter "Selbstzweifler" (1) Erwartet Anzahl/Anteil Abweichung	17 (19%) 28,5 (31%) -11,5	31 (46%) 21,0 (31%) +10	1 (14%) 2,2 (31%) -1,2	14 (39%) 11,3 (31%) +2,7	63
	Wenig selbstbestimmter "Newbie" (2) Erwartet Anzahl/Anteil Abweichung	24 (26%) 19,5 (21%) +4,5	10 (15%) 14,3 (21%) -4,3	0 1,5 (21%) -1,5	9 (25%) 7,7 (21%) +1,3	43
	Interessierter "Durchschnittstyp" (3) Erwartet Anzahl/Anteil Abweichung	20 (22%) 19,9 (22%) +0,1	14 (21%) 14,7 (21%) -0,7	2 (29%) 1,5 (21%) +0,5	8 (22%) 7,9 (22%) +0,1	44
	Erfahrener selbstbest. "Anpacker" (4) Erwartet Anzahl/Anteil Abweichung	30 (33%) 23,1 (25%) +6,9	12 (18%) 17 (25%) -5	4 (57%) 1,8 (26%) +2,2	5 (14%) 9,1 (25%) -4,1	51
	Gesamt	91 (45,3%)	67 (33,3%)	7 (3,5%)	36 (17,9%)	201

Tab. 14: Kreuztabelle Ausgangscluster-Typen (Prätest t_0) und Veränderungscluster-Typen (ermittelt als Differenzcluster: Posttest t_1 - Prätest t_0); angegebene Prozentzahlen beziehen sich auf den jeweiligen Anteil innerhalb der Veränderungscluster und sind gerundet

Betrachtet man die Ausgangscluster-Typen (t_0), so zeigen mit Ausnahme des dritten Clusters ("Interessierter Durchschnittstyp") alle Gruppierungen deutliche Abweichungen von der statistisch zu erwartenden Zusammensetzung. Die deutlichsten Abweichungen zeigen sich hierbei bei der größten Ausgangsgruppe, der "Unmotivierten "Selbstzweifler" (1). Als positiv zu werten sind die deutlich negative Abweichung der "Beständigen" (-11,5 Probanden) innerhalb der Gruppe sowie ein geringerer Anteil der "Nicht-Überzeugten" (-1,2 Probanden). Gleichzeitig zeigt sich ein signifikant höherer Anteil der "leicht Selbstbestimmteren" (+ 10 Schüler) sowie eine um 2,7 Schüler erhöhte Abweichung der "deutlich Selbstbestimmteren".

Der "Wenig selbstbestimmte Newbie" (2) weist keinen einzigen "Nicht-Überzeugten" Probanden auf und kann gleichzeitig einen leicht höheren Anteil der "deutlich Selbstbestimmteren" (+ 1,3 Schüler) aufweisen. Demgegenüber steht jedoch auch ein erkennbar höherer Anteil an persistenten Schülern in Form der "Beständigen" (+4,5 Schüler) sowie ein geringerer Anteil an "leicht selbstbestimmten Schülern" (-4,3 Schüler) als dies stochastisch zu erwarten gewesen wäre. Der "Interessierte Durchschnittstyp" (3) zeigt keine auffällige Abweichung in der Zusammensetzung. Hier bewegen sich alle Differenzgrößen im Bereich der statistischen Messtoleranz. Ein anderes Bild lässt der "Erfahrene selbstbestimmte Anpacker" (4) erkennen. Bei diesem Nutzertyp zeigt sich eine signifikante Abweichung der "Beständigen" (+6,9). Da die Persistenz eines bereits positiven Selbstbildes, wie es charakterbildend für den "Erfahrenen

selbstbestimmten Anpacker" ist, ein wünschenswertes erzieherisches Ziel darstellt, ist diese Auffälligkeit positiv zu werten. Eine nochmalige Steigerung der Fähigkeitsselbsteinschätzungen bzw. der motivationalen Faktoren ist bei dieser Gruppe eher nicht zu erwarten. Dementsprechend weist der "Erfahrene selbstbestimmte Anpacker" einen signifikant niedrigeren Anteil der "Leicht Selbstbestimmteren" (-5 Schüler) und der "Deutlich Selbstbestimmteren" (-4,1 Schüler) auf. Außerdem verfügt diese Gruppe über den prozentual größten Anteil der "Nicht-Überzeugten".

Insgesamt betrachtet zeigt sich, dass die Ausgangscluster zum Teil deutliche Veränderungen im Rahmen des Treatments t_1 erfahren haben. Die auffälligsten Veränderungen zeigen sich beim "Unmotivierten Selbstzweifler". Innerhalb dieser Gruppe finden sich 45 Schüler, die dem Veränderungscluster des "Leicht Selbstbestimmteren" oder des "Deutlich Selbstbestimmteren" zuzuordnen sind. Damit zeigen 71% dieses Ausgangscluster eine positive Veränderung der untersuchten Lernprädiktoren.

Beim "Wenig Selbstbestimmten Newbie" weisen 19 Schüler ($\hat{=}$ 44%), beim "Interessierten Durchschnittstyp" sogar 22 Schüler ($\hat{=}$ 50%), einen höheren Selbstbestimmungsgrad auf. Lediglich der "Erfahrene selbstbestimmte Anpacker" hat mit einem Anteil von 33% ($\hat{=}$ 17 Schülern) eine niedrigere Veränderungsquote diesbezüglich zu verzeichnen.

Das abschließende Diagramm visualisiert zusammenfassend die Zusammensetzung der Veränderungscluster, unterteilt nach den jeweiligen Ausgangsclustern (Abb. 77).

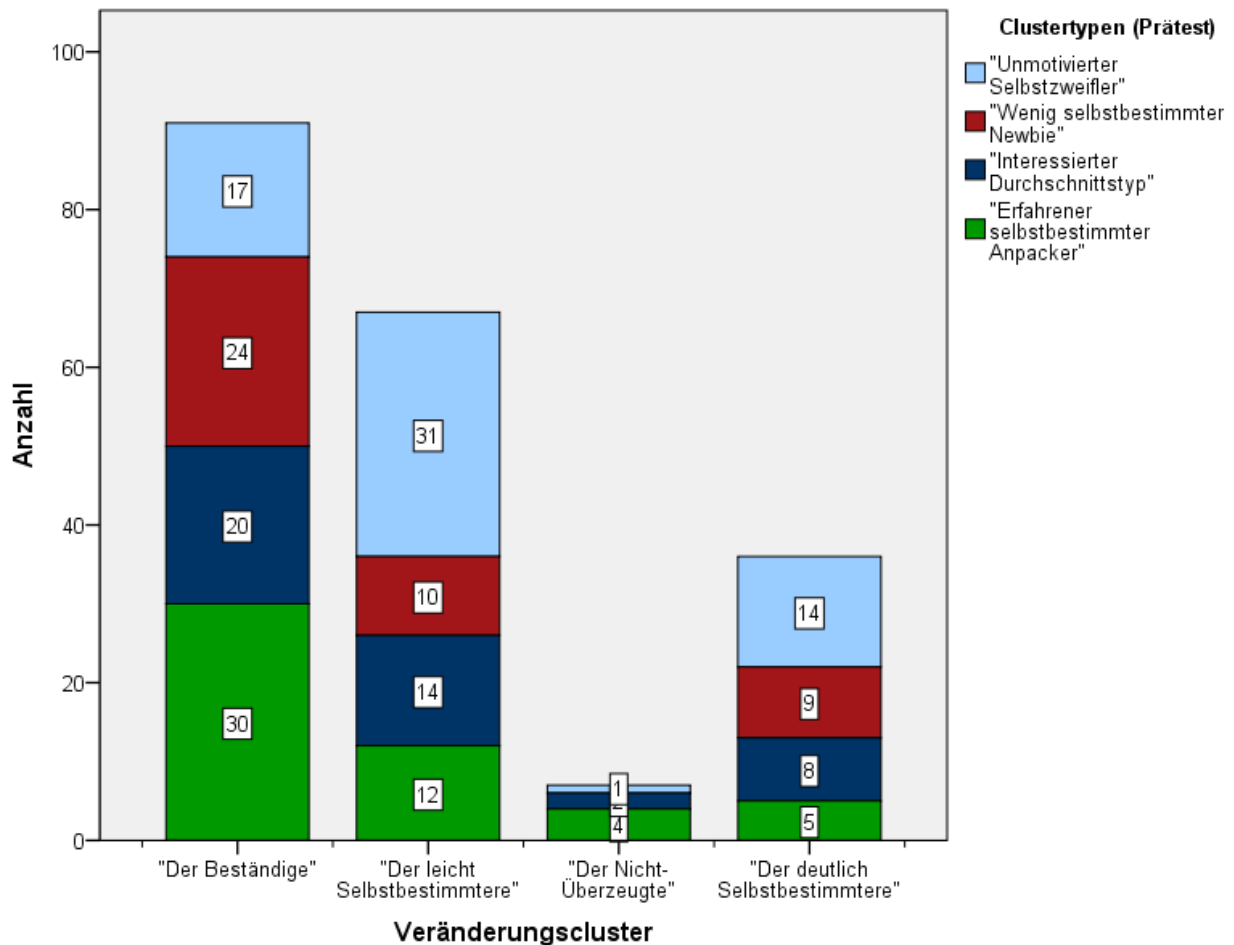


Abb. 77: Zusammensetzung der Veränderungscluster-Typen (ermittelt als Differenzcluster: $t_1 - t_0$) getrennt nach den jeweiligen Ausgangscluster-Typen (Prätest t_0)

Gemäß Abb. 77 lässt sich deutlich die zuvor beschriebene Heterogenität der Veränderungstypen erkennen. Als stärkster Vertreter innerhalb der Gruppe der Beständigen erscheint der "Erfahrene selbstbestimmte Anpacker", gefolgt vom "Wenig selbstbestimmten Newbie". Dagegen zeigt sich der "Unmotivierte Selbstzweifler" als prägende Gruppierung innerhalb der "Leicht Selbstbestimmteren" sowie innerhalb der "Deutlich Selbstbestimmteren". Die Kleingruppe der "Nicht-Überzeugten" wird dominiert von den "Erfahrenen selbstbestimmten Anpackern".

9 Ergebnisse der Studie zur Wirksamkeit digitaler Fernerkundungsmethoden

9.1 Überprüfung der Forschungshypothesen

Forschungshypothesen:

These (I): Die Nutzung digitaler Fernerkundungsmethoden steigert die Lernmotivation von Schülerinnen und Schülern.

- a) Beim Lernen mit Satellitenbildern lassen sich unterschiedliche motivationale Regulationstypen unterscheiden, welche durch den Grad der Selbstbestimmung determiniert werden.
- b) Es zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Lernmotivationsstruktur beim Lernen mit Satellitenbildern.
- c) Die eigenständige Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten steigert das selbstbestimmt motivierte Lernen (operationalisiert durch den Selbstbestimmungsindex SDI) der Schüler.
- d) Es zeigen sich schulart-, geschlechts- und altersspezifische Unterschiede in der Entwicklung des Selbstbestimmungsindex beim Lernen mit Satellitenbildern.

Die statistische Prüfung der Forschungshypothesen (I) findet im Wesentlichen in den Kapiteln 6.1.1 und 6.1.5 statt. Im Folgenden werden hieraus die zentralen Ergebnisse diesbezüglich dargestellt und zur Beantwortung der Forschungshypothesen herangezogen:

Die Untersuchung zeigt deutlich, dass sich unterschiedliche motivationale Regulationstypen in der Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern bestimmen lassen. Entgegen der von MÜLLER et al. (2007) vorgeschlagenen vierfaktoriellen Stufung erscheint jedoch eine dreistufige Lösung in diesem Kontext passender zu sein. Die Reliabilitätsanalyse bestätigt mit den jeweiligen Items B1-B17 (Prätest (t_0)), PB1-PB17 (Posttest 1 (t_1)) und PPB1-PPB17 (Posttest 2 (t_2)) die interne Konsistenz der Faktoren für alle drei Messzeitpunkte (vgl. Anhang Tab. A11). Die Benennung der drei motivationalen Regulationstypen ergibt sich in Anlehnung an DECI & RYAN (2002, S. 16) und MÜLLER et al. (2007 S. 4). Demnach lassen sich die folgenden Lerntypen im Umgang mit digitalen Satellitenbildern unterscheiden - dabei nimmt der Grad an wahrgenommener Selbstbestimmung von oben nach unten ab:

- 1.) **Intrinsisch regulierender Lerntyp** (Cronbachs $\alpha_{t_0} = 0,85$; Cronbachs $\alpha_{t_1} = 0,85$; Cronbachs $\alpha_{t_2} = 0,85$)
- 2.) **Identifiziert regulierender Lerntyp** (Cronbachs $\alpha_{t_0} = 0,74$; Cronbachs $\alpha_{t_1} = 0,85$; Cronbachs $\alpha_{t_2} = 0,82$)

3.) **Introjiert/externalisiert regulierender Lerntyp** (Cronbachs $\alpha_{t_0} = 0,76$; Cronbachs $\alpha_{t_1} = 0,80$; Cronbachs $\alpha_{t_2} = 0,84$)

Bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung der motivationalen Regulationstypen diagnostiziert der Mittelwertvergleich zum Teil erkennbare Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden. Schülerinnen zeigen zu allen Messzeitpunkten niedrige Mittelwerte. Die Signifikanzprüfung der Stichproben kann jedoch keine statistisch signifikanten Mittelwertunterschiede bestätigen. Ein deutlicheres Bild zeigt sich bei der geschlechtsdifferenzierten Betrachtung der Veränderung der motivationalen Regulationsstile im Lauf der Untersuchung (vgl. Abb. 36). Hier zeigt sich bei den männlichen Probanden eine signifikante Zunahme der intrinsischen Motivation ($m_{t_1-t_0} = 0,16$; $p = 0,012$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,22$, gemäß T-Test) und bei den weiblichen Teilnehmern eine höchst signifikante Steigerung von t_0 nach t_1 ($m_{t_1-t_0} = 0,21$; $p = 0,001$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,31$, gemäß T-Test). Eine Betrachtung der motivationalen Veränderung auf Klassenebene zeigt die deutliche divergierende Auswirkung des Treatments T_1 auf den motivationalen Antrieb der Lernenden (vgl. Abb. 37). Keiner der untersuchten Klassen kann eine signifikante Abnahme des Faktors "intrinsische Motivation" attestiert werden. Vier Klassen lassen gemäß der statistischen Kennwerte eine Stagnation vermuten. Demgegenüber zeigt sich bei sechs Lerngruppen eine geringfügige Zunahme der entsprechenden Mittelwerte. Jeweils bei einer Klasse lässt sich statistisch eine hoch signifikante Veränderung ($m_{t_1-t_0} = 0,53$; $p = 0,006$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,93$, gemäß Wilcoxon-Test) beziehungsweise eine höchst signifikante Veränderung ($m_{t_1-t_0} = 0,54$; $p < 0,001$; $p_{\text{Cohens } d} = 1,36$, gemäß Wilcoxon-Test) nachweisen. Bei der Betrachtung des Faktors "extrinsisch-introjierte Regulation der Motivation" fällt der selbst bei geschlechtsdifferenzierter Gruppenbetrachtung niedrige Mittelwert der Probanden auf (vgl. Abb. 38). Statistisch signifikante Veränderung zeigen hier die weiblichen Probanden mit einer Abnahme des Mittelwertes von t_0 nach t_1 ($m_{t_1-t_0} = -0,12$; $p = 0,018$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,22$, gemäß T-Test). Zudem zeigt sich hier eine deutliche Abnahme der Varianz im Antwortspektrum der befragten Schüler. Die Entwicklung des Selbstbestimmungsindex (SDI) als Indikator für die wahrgenommene eigene Selbstbestimmung der Schüler bestätigt die beschriebenen Veränderungen (vgl. Abb. 39, Abb. 40, Tab. 5). Insgesamt zeigt das Mittel der Gesamtpopulation eine höchst signifikante Zunahme des SDI von t_0 nach t_1 ($m_{t_0} = 2,31$; $m_{t_1} = 2,81$; $p = 0,001$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,22$, gemäß T-Test). Maßgeblich beeinflusst wird dieser Anstieg von den Schülerinnen, die durch einen, im Vergleich zu männlichen Mitschülern, niedrigen SDI in der Baseline-Messung auffallen - jedoch einen höchst signifikanten Anstieg des Index im Rahmen des ersten Treatments aufzeigen ($m_{t_0} = 1,99$; $m_{t_1} = 2,82$; $p < 0,001$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,43$, gemäß T-Test). Die Entwicklung des SDI in Abhängigkeit vom Alter der Untersuchungsteilnehmer zeigt mit Ausnahme der 15-Jährigen in allen Altersgruppen eine deutliche Zunahme. Den 12-Jährigen ($p_{\text{Cohens } d} = 0,36$), 14-Jährigen ($p_{\text{Cohens } d} = 0,39$) und 16-Jährigen ($p_{\text{Cohens } d} = 0,37$) ist hierbei eine Steigerung mit jedoch

"schwacher Effektstärke" zu konstatieren. Die Veränderung der 17-Jährigen ($p_{\text{Cohens } d} = 0,71$) beziehungsweise der 18-Jährigen ($p_{\text{Cohens } d} = 0,55$) ist von "mittlerer Effektstärke" (nach ROST 2007, S.213). Betrachtet man die Veränderung des SDI in Abhängigkeit von der jeweiligen Schulart, so zeigt sich bei den gymnasialen Schülern eine im Mittel deutlichere und signifikante Zunahme (vgl. Abb. 41, Tab. 6). Bei geschlechts- und schulartdifferenzierter Betrachtung lassen auch die weiblichen Realschüler eine deutliche Zunahme des SDI erkennen. Die männlichen Realschüler haben hingegen eine leichte Abnahme zu verzeichnen.

Insgesamt ist somit die These I (a), dass sich unterschiedliche motivationale Regulationstypen identifizieren lassen, anzunehmen. Trotz zum Teil deutlicher geschlechtsspezifischer Unterschiede in der motivationalen Disposition der Probanden, ist die These I (b) dennoch abzulehnen, da die Mittelwertunterschiede nicht für alle Regulationstypen statistisch signifikant sind. Die These I (c), wird durch die im Mittel der Gesamtpopulation höchst signifikante Zunahme des Selbstbestimmungsindex (SDI) von t_0 nach t_1 verifiziert. Die These I (d), wonach schulart-, geschlechts- und altersspezifische Unterschiede in der Entwicklung des Selbstbestimmungsindex (von t_0 nach t_1) vorliegen, ist zu verwerfen. Es zeigen sich zwar nachweislich signifikante Unterschiede in der Entwicklung des SDI (in Abhängigkeit von Schulart und Geschlecht), diese sind jedoch nicht für alle Altersgruppen signifikant.

These (II): Die Nutzung digitaler Fernerkundungsmethoden verbessert das akademische Selbstkonzept von Schülerinnen und Schülern bezogen auf das Fach Erdkunde/ Geographie.

- a) Für das Fach Erdkunde/Geographie lassen sich drei Fähigkeitsdimensionen des akademischen Selbstkonzeptes identifizieren.
- b) Es zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Selbstkonzeptstruktur im Fach Geographie / im Fächerverbund EWG/GWG.
- c) Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Lernleistung (operationalisiert durch die Fachnote) und akademischem Selbstkonzept für das Fach Erdkunde/Geographie.
- d) Die eigenständige Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten steigert das akademische Selbstkonzept bei skalendifferenzierender Betrachtung für das Fach Erdkunde/Geographie.
- e) Es zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Veränderung der Selbstkonzeptstruktur im Fach Geographie/ im Fächerverbund EWG/GWG.

Die statistische Prüfung der Forschungshypothesen (II) erfolgt weitestgehend in den Kapiteln 6.1.2 und 6.1.6. Zusammenfassend werden hier die wesentlichen Erkenntnisse in Hinblick auf die zugrundeliegenden Forschungshypothesen skizziert:

Die faktorenanalytische Prüfung der nach DICKHÄUSER et al. (2002) entwickelten Skalen zur Erfassung des akademischen Selbstkonzepts bestätigt die möglichen, jedoch modifizierten, Adaptionen dieser, bezogen auf das Fach Geographie bzw. den Fächerverbund EWG/GWG. Aus dem adaptierten Item-Pool musste eine Variable (C10) ausgeschlossen werden, da diese neben auffälligen Lage- und Verteilungsmaßen zudem deutliche Nebenladungen auf einem zweiten Faktor zeigte. Im Rahmen der durchgeführten Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation konnte eine dreifaktorielle Variablenstruktur gewonnen werden, die entsprechend durch die anschließende Reliabilitätsanalyse bestätigt wurde.

Bezogen auf das akademische Selbstkonzept im Fach Geographie bzw. im Fächerverbund EWG/GWG lassen sich demnach neben dem übergeordneten Faktor "Selbstkonzept (Allgemein)" die folgenden Subkategorien des Selbstkonzeptes unterscheiden:

- 1.) **Soziales Selbstkonzept** (Cronbachs $\alpha_{t0} = 0,88$; Cronbachs $\alpha_{t1} = 0,89$; Cronbachs $\alpha_{t2} = 0,90$)
- 2.) **Individuelles Selbstkonzept** (Cronbachs $\alpha_{t0} = 0,84$; Cronbachs $\alpha_{t1} = 0,85$; Cronbachs $\alpha_{t2} = 0,89$)
- 3.) **Kriteriales Selbstkonzept** (Cronbachs $\alpha_{t0} = 0,82$; Cronbachs $\alpha_{t1} = 0,86$; Cronbachs $\alpha_{t2} = 0,90$)

Bei der Analyse der Geschlechtsunterschiede im Kontext der geographischen Fähigkeitsselbstschätzung lassen sich zum Teil deutliche Differenzen erkennen. Dies betrifft sowohl die Höhe der Selbstschätzung als auch die Veränderung dieses Persönlichkeitsmerkmals im Laufe der Untersuchung.

Mit Ausnahme des individuellen Selbstkonzeptes tendieren die Schülerinnen durchgehend zu einer niedrigeren Einstufung ihrer fachspezifischen Fähigkeit als ihre männlichen Mitschüler. Als statistisch signifikant erweist sich diese geringere Fähigkeitzuschreibung beim Faktor "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)" im Prätest ($m_{\text{männlich}} = 3,51$; $m_{\text{weiblich}} = 3,34$; $p = 0,043$; $T = 2,039$), bei der Subkategorie "Kriteriales Selbstkonzept" im Prätest ($m_{\text{männlich}} = 3,52$; $m_{\text{weiblich}} = 3,36$; $p = 0,033$; $T = 2,148$) und Posttest ($m_{\text{männlich}} = 3,51$; $m_{\text{weiblich}} = 3,36$; $p = 0,050$; $T = 1,972$) sowie letztlich zu allen drei Messzeitpunkten beim Faktor "Soziales Selbstkonzept" (Prätest: $m_{\text{männlich}} = 3,35$; $m_{\text{weiblich}} = 3,10$; $p = 0,001$; $T = 3,474$; Posttest: $m_{\text{männlich}} = 3,37$; $m_{\text{weiblich}} = 3,20$; $p = 0,017$; $T = 2,405$ und Posttest 2: $m_{\text{männlich}} = 3,42$; $m_{\text{weiblich}} = 3,18$; $p = 0,048$; $T = 2,004$).

Betrachtet man die Veränderung der Mittelwerte innerhalb der Kategorien: "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)", "Fähigkeitsselbstkonzept (kriterial)", "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" und "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial)", so verzeichnen die Probanden im Laufe der Untersuchung zum Teil leichte Zunahmen. Diese Effekte erweisen sich jedoch nur bei der Dimension "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial) - weiblich" (von t_0 nach t_1) als statistisch signifikant, bei jedoch gleichzeitig schwacher Effektstärke ($m_{\text{weiblich}(t0)} = 3,10$; $m_{\text{weiblich}(t1)} = 3,20$; $p = 0,004$; $T = -3,47$; $p_{\text{Cohens d}} = 0,26$). Als besonders auffällig erweisen sich die Unterschiede im fachlichen Selbstkonzept bei schulartspezifischer Betrachtung. Sowohl für das

"Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)" als auch für die drei Subkategorien des Selbstkonzeptes zeigen die gymnasialen Probanden zu allen drei Testzeitpunkten einen zum Teil deutlich niedrigeren Mittelwert der jeweiligen Selbsteinschätzung. Lediglich die Schularten-Vergleiche der Faktoren "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" im Prätest ($m_{SK(ind.) RL(t0)} = 3,66$; $m_{SK(ind.) GYM(t0)} = 3,49$; $p = 0,061$; $T = -1,89$) sowie "Fähigkeitsselbstkonzept (kriterial)" im Posttest 2 ($m_{SK(krit.) RL(t2)} = 3,55$; $m_{SK(krit.) GYM(t2)} = 3,33$; $p = 0,12$; $T = -1,59$) zeigen im T-Test für unabhängige Stichproben keine signifikanten Unterschiede bei einer angenommenen Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$. Die restlichen zehn Vergleichspaare weisen allesamt signifikante Unterschiede der Selbstkonzept-Faktoren in Abhängigkeit von der Schulart auf. Besonders auffällig erscheint die niedrige Einstufung der gymnasialen Teilnehmer beim "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)". Im Prätest erweisen sich die Unterschiede als höchst signifikant ($m_{SK(allg.) RL(t0)} = 3,60$; $m_{SK(allg.) GYM(t0)} = 3,31$; $p < 0,001$; $T = -3,57$). Im Posttest ($m_{SK(allg.) RL(t1)} = 3,59$; $m_{SK(allg.) GYM(t1)} = 3,34$; $p = 0,003$; $T = -3,02$) sowie im Posttest 2 ($m_{SK(allg.) RL(t2)} = 3,68$; $m_{SK(allg.) GYM(t2)} = 3,30$; $p = 0,007$; $T = -2,76$) sind die schulartspezifischen Differenzen dieses Prädiktors als sehr signifikant zu werten. Bei der Analyse der Veränderung der Selbstkonzeptfaktoren im Laufe der Untersuchung, in Abhängigkeit von der Schulart, zeigen sich größtenteils keine signifikanten Differenzen. Einzig bei der Veränderung des "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" von t_1 nach t_2 lassen die Realschüler eine signifikante Zunahme des Mittelwertes von 3,61 auf 3,83 ($N = 45$, $p = 0,033$, $T = -2,20$) vermuten. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass deutliche Unterschiede zwischen den Schularten in Bezug auf die Einschätzung der jeweiligen Fähigkeitsselbstkonzepte im Fach Geographie/ im Fächerverbund EWG/GWG nachgewiesen werden konnten. Eine Veränderung der Fähigkeitsselbstkonzepte im Rahmen der Untersuchung konnte hingegen auch bei schulartdifferenzierter Betrachtung kaum diagnostiziert werden. Die Betrachtung der Fähigkeitsselbstkonzeptdimensionen in Abhängigkeit von den beiden Altersgruppen ("12 - 14 Jahre" und "15 - 18 Jahren") legt zwar die Vermutung nahe, dass bei jüngeren Probanden eine durchgehend höhere Einschätzung des geographischen Selbstkonzeptes vorliegt. Der T-Test für unabhängige Stichproben bestätigt jedoch nur für das "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" im Prätest ($m_{SK(ind.) bis 14 Jahre} = 3,65$; $m_{SK(ind.) ab 15 Jahre} = 3,44$; $p = 0,014$; $T = 2,465$) und im Posttest 2 ($m_{SK(ind.) bis 14 Jahre} = 3,79$; $m_{SK(ind.) ab 15 Jahre} = 3,50$; $p = 0,042$; $T = 2,060$) einen signifikanten Unterschied.

Bei der Analyse des Zusammenhangs der Schulleistungen (operationalisiert durch die Fachnote) auf die Höhe der Fähigkeitzuschreibung in Geographie zeigt sich hingegen eine signifikante Korrelation. Stellt man die Schüler mit der Note 1 in EWG/GWG den Schülern mit der Note 4 gegenüber, so zeigen sich mit Ausnahme der Fähigkeitsdimension "individuell" bei allen Fähigkeitsdimensionen mittlere Differenzen der Selbsteinschätzung von mehr als einem ganzen Skalenwert. Die Aufteilung aller Probanden in die beiden Notengruppen "bis Note 2"

und "ab Note 3" zeigt für alle Dimensionen des Fähigkeitsselbstkonzeptes signifikant höhere Einschätzungen der leistungsstarken Schüler sowohl im Prätest als auch im Posttest. Für das "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)" und die Dimension "Fähigkeitsselbstkonzept (kriterial)" sind die Unterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1% als höchst signifikant zu werten. Gleiches gilt für das "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" und "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial)" im Prätest. Im Posttest erscheinen die Unterschiede immer noch sehr signifikant beim sozialen Vergleich ($p = 0,002$) und signifikant in der Gegenüberstellung der individuellen Bezugsgröße ($p = 0,013$).

Bei einer Vergleichsgruppenbetrachtung der Veränderung der Selbstkonzeptdimensionen in Abhängigkeit von der Lernleistung zeigen sich partiell Unterschiede zwischen den leistungsbesseren und leistungsschwächeren Schülern. Auffällig erscheint erneut die Subdimension "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial)". Hier weisen die Schüler mit einer schlechteren Fachnote (ab Note 3) einen als sehr signifikant zu wertenden Zuwachs des entsprechenden Faktors auf ($N = 147$; $m_{SK(sozial)} t_0 = 3,08$; $m_{SK(sozial)} t_1 = 3,19$; $p = 0,003$; $T = -3,001$). Dem hingegen zeigen die Schüler mit der besseren Schuljahresleistung (bis Note 2) keine Veränderung innerhalb dieser Dimension des Fähigkeitsselbstkonzeptes ($m_{SK(sozial)} t_0 = 3,42$; $m_{SK(sozial)} t_1 = 3,42$; $p = 0,979$; $T = -0,026$; $N = 110$). Als Grund hierfür kann jedoch der signifikant höhere Ausgangswert der leistungsstärkeren Schüler innerhalb dieser Teildimension angesehen werden. Als besonders auffällig erscheint die Veränderung der Selbstkonzeptdimensionen bei den Schülern mit der Fachnote 4 in EWG/GWG. Diese zeigen in den Dimensionen "Fähigkeitsselbstkonzept (kriterial)" und "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" von t_0 nach t_1 statistisch signifikante Zuwächse von mittlerer Effektstärke (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben: $m_{SK(krit.)} t_0 = 2,82$; $m_{SK(krit.)} t_1 = 3,07$; $p = 0,030$; $T = -2,339$; $p_{Cohens\ d} = 0,52$; $N = 20$; $m_{SK(ind.)} t_0 = 3,14$; $m_{SK(ind.)} t_1 = 3,50$; $p = 0,036$; $T = -2,259$; $p_{Cohens\ d} = 0,51$; $N = 20$). In den Dimensionen "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial)" und "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)" weisen die Zuwächse eine geringe Effektstärke auf ($m_{SK(sozial)} t_0 = 2,82$; $m_{SK(sozial)} t_1 = 3,04$; $p = 0,092$; $T = -1,772$; $p_{Cohens\ d} = 0,40$; $N = 20$; $m_{SK(allg.)} t_0 = 2,86$; $m_{SK(allg.)} t_1 = 3,06$; $p = 0,092$; $T = -1,775$; $p_{Cohens\ d} = 0,40$; $N = 20$).

Zusammenfassend bestätigt sich die These, dass ein positiver Zusammenhang zwischen Lernleistung und dem akademischem Selbstkonzept für das Fach Erdkunde/Geographie bzw. die Fächerverbünde EWG/GWG besteht. Eine positive Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes lässt sich nachweislich nicht für alle Lernleistungsgruppen verifizieren. Es zeigen sich jedoch gerade bei leistungsschwächeren Schülern zum Teil auffällige Verbesserungen der jeweiligen Selbstkonzeptfaktoren durch die Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern.

Gemäß den statistischen Prüfungen ist demnach die These II (a), dass sich drei Fähigkeitsdimensionen des akademischen Selbstkonzeptes identifizieren lassen, anzunehmen.

Da nicht für alle Dimensionen des Selbstkonzeptes die geschlechtsspezifischen Unterschiede signifikant erscheinen, ist die These II (b) zu verwerfen. Der vermutete positive Zusammenhang zwischen Lernleistung und akademischem Selbstkonzept (These II (c)) ist hingegen als bestätigt anzunehmen. Die These II (d), dass die eigenständige Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten das akademische Selbstkonzept im Fach Geographie (Fächerverbund EWG/GWG) steigert, kann auch bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung (These II (e)) mittels der hier zu Grunde liegenden Form der Treatments nicht verifiziert werden.

These (III): Die Nutzung digitaler Lernwege in der Fernerkundung fördert die Computerselbstwirksamkeit (im Fach Geographie) und beeinflusst die Ausprägung sowie die Veränderung der Lernmotivation bzw. des akademischen Selbstkonzepts.

- a) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der Computerselbstwirksamkeit.
- b) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der Computerselbstwirksamkeit.
- c) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Veränderung** der Computerselbstwirksamkeit.
- d) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Veränderung** der Computerselbstwirksamkeit.
- e) Die **Ausprägung der Lernmotivation** wird durch die Computerselbstwirksamkeit positiv beeinflusst.
- f) Die **Ausprägung des akademischen Selbstkonzepts** im Fach Erdkunde/Geographie wird durch die Computerselbstwirksamkeit positiv beeinflusst.
- g) Die Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten **steigert** bei SchülerInnen mit einer höheren Computerselbstwirksamkeit die **Lernmotivation** deutlicher als bei SchülerInnen mit niedriger Computerselbstwirksamkeit.
- h) Die Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten **steigert** bei SchülerInnen mit einer höheren Computerselbstwirksamkeit das **akademische Selbstkonzept** im Fach Erdkunde/Geographie deutlicher als bei SchülerInnen mit niedriger Computerselbstwirksamkeit.

Die statistische Prüfung der Forschungshypothesen (III) findet im Wesentlichen im Kapitel 6.1.3 statt. Die vorrangigen Ergebnisse diesbezüglich werden nachstehend dargestellt:

Die erhobenen sieben Items zur Selbsteinschätzung der Probanden im Umgang mit dem Computer weisen durchgehend hohe Einschätzungswerte auf und lassen sich nach

faktorenanalytischer Prüfung zu einer latenten Variablen bündeln. Dieser Faktor erhält die Bezeichnung "Selbstkonzept Computer" (kurz: SK_{PC}).

Die geschlechtsspezifische Betrachtung des SK_{PC} zeigt trotz optimistischer Einstufung der weiblichen Probanden im Umgang mit der digitalen Hardware eine höchst signifikant bessere Einschätzung der männlichen Versuchspersonen. Dies gilt sowohl für den Prätest ($m_{SK(PC) \text{ weibl.}} = 3,95$; $m_{SK(PC) \text{ männl.}} = 4,19$; $p = 0,001$; $T = 3,219$) als auch für den Posttest ($m_{SK(PC) \text{ weibl.}} = 3,93$; $m_{SK(PC) \text{ männl.}} = 4,26$; $p < 0,001$; $T = 3,219$).

Eine Veränderung des SK_{PC} im Rahmen des ersten Treatments kann bei einem angenommenen Konfidenzintervall von 95% weder für die Schülerinnen noch für die Schüler nachgewiesen werden. Weiterhin zeigen sich trotz höherer Selbsteinschätzung dieser Kompetenz bei jüngeren Schülern im Prätest sowie im Posttest keine als signifikant zu wertenden Differenzen des SK_{PC} in Abhängigkeit von den beiden gewählten Altersgruppen "bis 14 Jahre" und "ab 15 Jahre". Diese scheinbaren altersspezifischen Differenzen lassen sich auch bei geschlechtsdifferenzierter Gruppenbetrachtung nicht statistisch verifizieren. Die differenzierte Analyse der Veränderung der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung in Abhängigkeit vom genauen Alter zeigt jedoch bei den 12-Jährigen eine hoch signifikante Zunahme des SK_{PC} bei mittlerer Effektstärke ($m_{SK(PC) t_0} = 4,11$; $m_{SK(PC) t_1} = 4,28$; $p = 0,009$; $T = 2,830$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,58$; $N = 24$). In den restlichen Altersgruppen sind die Veränderungen hingegen statistisch nicht nachweisbar.

Insgesamt ist somit die These III (a), dass sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung Computerselbstwirksamkeit zeigen, anzunehmen. Die Annahme, dass sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Veränderung der SK_{PC} von t_0 nach t_1 zeigen (These III (c)) ist hingegen abzulehnen. Gleiches gilt für die Hypothese III (b). Die allgemeine Abhängigkeit des SK_{PC} vom Alter der Probanden kann durch die Untersuchung nicht validiert werden. Demgegenüber bestätigt sich These III (d), dass sich auffällige altersspezifische Unterschiede in der Veränderung der Computerselbstwirksamkeit zeigen.

Es zeigen sich weiterhin weder bivariate Zusammenhänge des "Selbstkonzept Computer" zu den drei motivationalen Regulationstypen, noch signifikante Einflüsse der Kovariate " SK_{PC} " auf die Veränderung der motivationalen Regulationstypen (von t_0 nach t_1) im Rahmen der Varianzanalyse. Dies gilt auch für den vermuteten Zusammenhang zwischen der Computerselbstwirksamkeit und dem akademischen Selbstkonzept im Fach Geographie sowie dessen positiven Einfluss darauf. Es zeigt sich nachweislich kein bivariater Zusammenhang und keine kausale Abhängigkeit des akademischen Selbstkonzepts von der Kovariate " SK_{PC} ".

Die Thesen III (e) bis (h) sind demnach zu verwerfen.

These (IV): Die Nutzung digitaler Lernwege in der Fernerkundung fördert die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung

- a) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- b) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- c) Es zeigen sich **schulartspezifische Unterschiede in der Ausprägung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- d) Es zeigen sich **geschlechtsspezifische Unterschiede in der Veränderung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- e) Es zeigen sich **altersspezifische Unterschiede in der Veränderung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.
- f) Es zeigen sich **schulartspezifische Unterschiede in der Veränderung** der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung.

Die Prüfung der Forschungshypothesen IV im Kontext der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung findet in Anlehnung an die vorherige Prüfung zur Computerselbstwirksamkeit statt. Teilergebnisse der statistischen Auseinandersetzung entstammen dem Kapitel 6.1.4.

Die auf den Umgang mit Satellitenbildern neu kontextualisierten Items zur "Computer user self-efficacy (CUSE) scale" von CASSIDY & EACHUS (2002) erweisen sich nach faktorenanalytischer Prüfung als intern konsistent. Im Zuge der Dimensionsreduzierung lassen sich die sechs adaptierten Items zu einem verlässlichen Faktor mit der Benennung "Selbstkonzept Satellitenbild" (kurz: SK_{Sat.bild}) zusammenfassen.

Bei der Analyse der geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Selbsteinschätzung des kompetenten Umgangs mit Satellitenbildern zeigen sich durchgehend höchst signifikante Differenzen. Sowohl im Prätest ($m_{SK(Sat.bild) \text{ weibl.}} = 2,97$; $m_{SK(Sat.bild) \text{ männl.}} = 3,47$; $p < 0,001$; $T = 6,199$) als auch im Posttest ($m_{SK(Sat.bild) \text{ weibl.}} = 3,28$; $m_{SK(Sat.bild) \text{ männl.}} = 3,56$; $p = 0,002$; $T = 3,088$) zeigen die männlichen Teilnehmer ein auffällig selbstbewussteres Zutrauen darin, Handlungen mit dem Medium Satellitenbild erfolgreich ausführen zu können.

Die Betrachtung der altersgruppenspezifischen Unterschiede in der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung weist auf keine signifikanten Unterschiede weder für den Prätest noch für den Posttest hin.

Die Untersuchung der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung in Abhängigkeit von der Schulart zeigt gemäß dem T-Test bei unabhängigen Stichproben für den Prätest und den Posttest eine höhere Selbsteinschätzung der Realschüler. Diese ist jedoch nur im Prätest als hoch signifikant zu werten ($m_{SK(Sat.bild) \text{ Gym.}} = 3,14$; $m_{SK(Sat.bild) \text{ RL}} = 3,40$; $p = 0,004$; $T = 2,873$).

Betrachtet man die Veränderung des $SK_{\text{Sat.bild}}$ von t_0 nach t_1 , so zeigt sich sowohl bei geschlechtsübergreifender als auch bei geschlechtsdifferenzierter Betrachtung eine signifikante Zunahme des Faktors gemäß dem T-Test für gepaarte Stichproben. Diese positive Veränderung erscheint bei den männlichen Probanden eher geringfügig auszufallen ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,13$; $p = 0,038$; $T = 2,096$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,18$; $N = 135$). Die Schülerinnen hingegen weisen eine höchst signifikante Veränderung bei annähernd mittlerer Effektstärke auf ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,33$; $p < 0,001$; $T = 4,688$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,44$; $N = 115$).

Die Analyse der Veränderung in Abhängigkeit von der jeweiligen Schulart der Teilnehmer zeigt, dass die Veränderung des $SK_{\text{Sat.bild}}$ lediglich für die Gymnasiasten ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,27$; $p < 0,001$; $T = 4,860$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,38$; $N = 162$) als höchst signifikant bei jedoch geringer Effektstärke zu werten ist. Eine Unterscheidung der Zunahme der $SK_{\text{Sat.bild}}$ in Abhängigkeit von den Altersgruppen "bis 14 Jahre" ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,29$; $p < 0,001$; $T = 4,284$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,38$; $N = 125$) und "ab 15 Jahre" ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,15$; $p = 0,018$; $T = 2,401$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,21$; $N = 125$) weist beiden Altersgruppe eine signifikante Veränderung (bei den jüngeren Schülern eine höchst signifikante Veränderung) bei jeweils geringer Effektstärke nach. Bei genauer Altersdifferenzierung zeigt sich für alle Altersklassen (mit Ausnahme der 15-Jährigen) eine signifikante Zunahme des $SK_{\text{Sat.bild}}$. Die größte Effektstärke bei hoch signifikanten Zuwächsen zeigen hierbei die 12-Jährigen ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,46$; $p = 0,002$; $T = 3,496$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,71$; $N = 24$) sowie die 17/18-Jährigen ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,39$; $p = 0,007$; $T = 3,008$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,64$; $N = 22$). Die 13-Jährigen ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,24$; $p = 0,017$; $T = 2,463$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,32$; $N = 60$), 14-Jährigen ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,26$; $p = 0,049$; $T = 2,029$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,32$; $N = 41$) und 16-Jährigen ($\Delta m_{SK(\text{Sat.bild})} t1-t0 = 0,17$; $p = 0,039$; $T = 2,118$; $p_{\text{Cohens } d} = 0,29$; $N = 52$) verzeichnen signifikante Zunahmen bei jeweils gering einzustufender Effektstärke.

Zusammenfassend ist somit die These (IV(a)), dass sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zeigen, anzunehmen.

Der vermutete Zusammenhang zwischen dem Alter der Probanden (operationalisiert durch die Altersgruppierungen "bis 14 Jahre" und "ab 15 Jahre") und dem "Selbstkonzept Satellitenbild" (These IV(b)) kann hingegen statistisch nicht bestätigt werden.

Die These (IV(c)), dass die jeweilige Schulart der Schüler Einfluss auf die Höhe der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zeigt, kann nur für den Prätest angenommen werden und ist deshalb in der allgemeingültig formulierten Form abzulehnen.

Die Veränderung der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung im Rahmen des ersten Treatments kann für die Gesamtgruppe und für verschiedene Teilgruppen im besonderen Maße aufgezeigt werden. Die Thesen IV(d) und IV(f) erweisen sich als bestätigt, da sich sowohl geschlechtsspezifische als auch schulartsspezifische Unterschiede in der Veränderung der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zeigen. Die

Veränderung dieser Fähigkeitszuschreibung in Abhängigkeit vom Alter (These IV(e)) ist abzulehnen, da sich sowohl für die jüngste als auch die älteste Probandengruppe nachweislich Zuwächse des Faktors $SK_{\text{Sat.bild}}$ gezeigt haben.

These (V): Die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung beeinflusst die Ausprägung und Veränderung der Lernmotivation sowie des akademischen Selbstkonzepts

- a) Die **Ausprägung der Lernmotivation** wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.
- b) Die **Ausprägung des akademischen Selbstkonzepts** im Fach Erdkunde/Geographie wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.
- c) Die **Veränderung der Lernmotivation** wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.
- d) Die **Veränderung des akademischen Selbstkonzepts** im Fach Erdkunde/Geographie wird durch die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung positiv beeinflusst.

Die Untersuchung der bivariaten Zusammenhänge zwischen "Selbstkonzept Satellitenbild" und den drei motivationalen Regulationstypen bestätigt durchwegs eine statistisch signifikante positive Korrelation auf 0,01 Niveau. Die Stärke der Korrelation ist hierbei jedoch nur zwischen den Faktoren "Selbstkonzept Satellitenbild" und "Intrinsisch regulierender Lerntyp" von Bedeutung. Für den Zusammenhang zwischen dem $SK_{\text{Sat.bild}}$ im Prätest und dem intrinsisch regulierenden Motivationstypen $Mot_{\text{Intrin. t0}}$ beträgt der Korrelationskoeffizient nach Pearson $r_{\text{Pearson}} = 0,566$. Dieser Zusammenhang mittlerer Größe (nach BÜHL 2010, S.386) wird von der bivariaten Korrelation beider Größen ($Mot_{\text{Intrin. t1}}$, $SK_{\text{Sat.bild t1}}$) im Posttest mit $r_{\text{Pearson}} = 0,643$ bestätigt.

Die Analyse der bivariaten Zusammenhänge zwischen "Selbstkonzept Satellitenbild" und dem akademischen Selbstkonzept in Geographie bestätigt eine signifikanten Korrelation auf dem 0,001 Niveau, von jedoch geringer Stärke ($r_{\text{Pearson}} = 0,348$) für die beiden Faktoren des Prätests ($SK_{\text{Geo Allg. t0}}$, $SK_{\text{Sat.bild t0a}}$). Die Pearson Korrelation der entsprechenden Faktoren des Posttests ($SK_{\text{Geo Allg. t1}}$, $SK_{\text{Sat.bild t1}}$) attestiert diesen ebenfalls einen Zusammenhang geringer Stärke ($r_{\text{Pearson}} = 0,436$). Die Korrelation der beiden Faktoren des "Selbstkonzeptes Satellitenbild" zu den Subdimensionen des akademischen Selbstkonzeptes ($SK_{\text{kriterial}}$, SK_{sozial} und $SK_{\text{individuell}}$) sind mit Ausnahme des $SK_{\text{individuell}}$ durchgehend signifikant (0,001 Niveau) mit positiven Werten zwischen $r_{\text{Pearson}} = 0,120$ und $r_{\text{Pearson}} = 0,452$.

Der Einfluss des satellitenbezogenen Selbstkonzeptes auf die Veränderung der Lernmotivation, operationalisiert durch den Faktor der intrinsisch regulierenden Motivation, kann mittels univariater Varianzanalyse mit Messwiederholung bestätigt werden. Gemäß dem Pillai-Spur als

diesbezüglich "stärkster und robustester Test" (ebd. S. 497) zeigt sich der hoch signifikante Einfluss des Faktors $SK_{\text{Sat.bild } t_0}$ (Pillai-Spur_{Multivariater Test} = 0,032; $F = 7,906$; $P = 0,005$; $N = 245$) auf die höchst signifikante Veränderung des Faktors $Mot_{\text{intrin.}}$ von t_0 nach t_1 (Pillai-Spur_{Multivariater Test} = 0,048; $F = 12,205$; $P = 0,001$; $N = 245$).

Auf die Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes allgemein sowie die Veränderung der drei Teildimensionen des akademischen Selbstkonzeptes von t_0 nach t_1 zeigt das satellitenbildbezogene Selbstkonzept ($SK_{\text{Sat.bild } t_0}$) gemäß Varianzanalyse keinen Einfluss.

Die Annahme, dass Schüler mit einer höheren satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung eine höhere Lernmotivation aufweisen (These V (a)), kann anhand der bivariaten Korrelation mit dem Faktor der intrinsisch regulierten Motivation bestätigt werden. Der angenommene bivariate Zusammenhang des "satellitenbildbezogenen Selbstkonzeptes" zu den Faktoren des "akademischen Selbstkonzeptes im Fach Geographie" (These V (b)), bestätigt sich nicht für alle Subdimensionen des akademischen Selbstkonzeptes und kann demnach nicht validiert werden. Gleiches gilt für den Einfluss des "satellitenbildbezogenen Selbstkonzeptes" auf die Veränderungen der fachlichen Selbstkonzeptdimensionen von t_0 nach t_1 . Demzufolge ist auch die These V (d) zu verwerfen. Demgegenüber zeigt sich ein signifikanter Einfluss der Fähigkeitszuschreibungen im Umgang mit Satellitenbildern auf die Veränderungen des intrinsisch regulierenden Motivationstypen. Die These V (c) kann demzufolge als bestätigt betrachtet werden.

These (VI): Es bestehen unterschiedliche Nutzertypen im Umgang mit digitalen FE-Daten

- a) Es lassen sich „**Ausgangs-Nutzertypen**“ im Umgang mit digitalen FE-Daten ermitteln.
- b) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Kontrollvariablen: Geschlecht, Schulart, Alter/Klassenstufe, Fachnoten, Computererfahrung und Satellitenbilderfahrung und den Nutzertypen.

Im Zuge einer kombinierten clusteranalytischen Betrachtung ließen sich vier homogene Nutzertypen mit Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten generieren. Das statistisch-methodische Vorgehen der Clustermodellierung sowie die anschließende Auswertung dieser werden im Kapitel 7 ausführlich dargestellt.

Zusammenfassend betrachtet weisen die ermittelten Nutzertypen mit einem Silhouetten-Kohäsions- und Trennungsmesswert von 0,3 eine als "mittel" zu wertende Cluster-Qualität auf. Als prägende Faktoren für die Bestimmung der Ausgangscluster erwiesen sich, neben dem "Selbstbestimmungsindex", die motivationalen Faktoren "internalisierte Regulation der Motivation" und "introjizierte/externalisierte Regulation der Motivation". Von geringerer Bedeutung für das Clustering waren die Faktoren "Selbstkonzept Satellitenbild", "Selbstkonzept Geographie" sowie die Variable "Interesse Geographie". Als letztlich bedeutungsarm für die

Bestimmung der Ausgangscluster zeigte sich der ebenfalls herangezogene Faktor "Selbstkonzept Computer". Die gegenüberstellende Analyse der gewonnenen Cluster stellt heraus, dass sich diese auffällig und damit clusterprägend im Bereich der motivationalen Bestimmungsgrößen und dem daraus angeleiteten Selbstbestimmungsindex unterscheiden. Die Verteilung der Probanden auf die vier Ausgangscluster erscheint dabei mit einem Größenverhältnis von 1,38 (= größtes Cluster (N = 65) / kleinstes Cluster (N = 47)) weitestgehend homogen. Aus der ausführlichen Analyse der Cluster-Binnenprofile sowie der anschließenden Kreuztabellierung mit weiteren Variablen (ausführliche Darstellung den Kap. 7.3 und 7.4) resultiert die Bezeichnung der Cluster. Diese ist im Folgenden dargestellt:

"Der unmotivierte Selbstzweifler" (Cluster 1, N = 65 (\triangleq 30,2%))

"Der wenig selbstbestimmte Newbie" (Cluster 2, N = 47 (\triangleq 21,9%))

"Der interessierte Durchschnittstyp" (Cluster 3, N = 49 (\triangleq 22,8%))

"Der erfahrene, selbstbestimmte Anpacker" (Cluster 4, N = 54 (\triangleq 25,1%))

Die Forschungshypothese VI(a), dass sich in sich homogene „Ausgangs-Nutzertypen“ im Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten ermitteln lassen, ist somit zu bestätigen.

Die Prüfung bestehender Zusammenhänge zwischen den Ausgangscluster-Typen und den ausgewählten Kontrollvariablen erfolgt mittels Kreuztabellierung und einer Prüfung auf asymptotische Signifikanz im Kontext einer darauffolgenden Chi-Quadrat-Testung nach Pearson (vgl. Kap. 7.4).

Im Zuge des statistischen Prüfverfahrens bestätigen sich zum Teil höchst signifikante Abhängigkeiten. Damit lassen sich Zusammenhänge zwischen den Ausgangsclustern und den folgenden Kontrollvariablen vermuten: Geschlecht^{**8}; Alter/Klassenstufe^{**}; Schulart^{***}; Note in Geographie/ EWG^{*}; Computererfahrung^{*}; Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern privat^{***}; Nutzungshäufigkeit von digitalen Globen^{***}; Computernutzungsdauer (täglich)^{*}.

Als statistisch unabhängig voneinander und damit nicht korrelativ ist der Zusammenhang zwischen den Nutzertypen und den nachfolgenden Kontrollvariablen anzusehen:

Note in Deutsch; Note in Mathematik, Note in NWA (Naturwissenschaftliches Arbeiten), Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern in der Schule, Nutzungshäufigkeit "Lernsoftware"; Nutzungshäufigkeit "Online Spiele".

Insgesamt ist damit die These VI(b) des bestehenden Zusammenhangs zwischen den Ausgangsclustern und allen aufgeführten Kontrollvariablen abzulehnen, auch wenn bei getrennter Betrachtung signifikante Abhängigkeiten bestehen.

⁸ * Signifikant; ** sehr signifikant; *** höchst signifikant (gemäß Chi-Quadrat-Testung nach Pearson für bivariate Zusammenhänge)

These (VII): Die unterschiedlichen Nutzertypen sind nicht persistent sondern veränderbar

- a) Es lassen sich „**Veränderungstypen**“ im Umgang mit digitalen FE-Daten ermitteln.
- b) Es besteht ein potentieller Zusammenhang zwischen den „Veränderungstypen“ und den „Ausgangs-Nutzertypen“

In methodischer Analogie zur Bestimmung des Ausgangscluster ließen sich auch Veränderungscluster mit einer hinreichenden Homogenität innerhalb der Gruppen sowie einem befriedigenden Trennungswert zu den anderen Clustergruppen (Proximitätsmaß = 0,3) ermitteln. Demnach ist die These VII(a) als bestätigt anzunehmen. Die methodische Bestimmung und Analyse der Veränderungscluster ist in Kapitel 8.1 dargelegt. Für die im Rahmen der Two-Step-Clusteranalyse generierten Veränderungstypen zeigen die in den Clusterprozess eingebundenen Differenzprädiktoren sehr unterschiedliche Relevanz: Die größte Bedeutung für das Clustering weisen die beiden Differenzfaktoren "Internalisierte Regulation der Motivation" und "Selbstbestimmungsindex SDI" auf. Dem folgen die Differenzgrößen "Selbstkonzept Computer" und "Selbstkonzept Satellitenbild". Die Veränderung des Interesses sowie die des Faktors "Introjiert-externalisierte Regulation der Motivation" sind dem hingegen nur von geringer Bedeutung für das Clustering. Die Veränderung des "Fähigkeitsselbstkonzepts Geographie" ist als nahezu bedeutungslos diesbezüglich anzusehen.

Entgegen der Ausgangscluster-Typen erscheinen die Clustergrößen der Veränderungstypen sehr viel heterogener: Die größte Gruppe umfasst 91 Probanden, wohingegen die kleinste Gruppe lediglich sieben Teilnehmer aufzuweisen hat. Aus der Interpretation der Clusterbinnenprofile (ausführliche Darstellung in Kap.8.2) ergibt sich die Betitelung der vier folgenden Veränderungstypen:

"Der leicht Selbstbestimmtere" (Veränderungscluster 2, $N = 67$ ($\triangleq 33,3\%$)):

Die zweitgrößte Gruppierung zeigt signifikante Veränderungen im Bereich der "intrinsischen Motivation" ($m_{\text{Post-Prä}} = 0,289$) und des "Selbstkonzeptes Satellitenbild" ($m_{t1-t0} = 0,418$). Beide Zunahmen weisen einen als "groß" zu konstatierenden Effekt auf (vgl. Kap. 8.2). Gleichmaßen erhöht sich das Fachinteresse ($m_{t1-t0} = 0,313$) mit einer als "mittel" zu wertenden Zunahme, gemessen an der Effektstärke Cohens d .

"Der "Nicht-Überzeugte" (Veränderungscluster 3, $N = 7$ ($\triangleq 3,5\%$)):

Das kleinste Veränderungscluster ist gleichzeitig die als am problematischsten zu wertende Gruppierung. Insgesamt zeigen die Probanden dieses Clusters durchwegs Abnahmen der Clusterprädiktoren-Mittelwerte von t_0 nach t_1 . Auf Grund der geringen Clustergröße und der zum Teil mangelnden Korrelation der Testpaare zwischen Prä- und Posttest erscheint die Abnahme jedoch nur für das Item-Paar "internalisierte Regulation der Motivation" ($m_{t1-t0} = -0,300$) statistisch signifikant.

"Der deutlich Selbstbestimmtere" (Veränderungscluster 4, $N = 36$ ($\triangleq 17,9\%$)):

Den Gegenpol zum "Nicht-Überzeugten" stellt die vierte Veränderungsgruppierung dar. "Der deutlich Selbstbestimmtere" zeigt bei allen in das Clustering eingebundenen Differenzgrößen positiv zu wertende Veränderungen. Diese sind vor allem im Bereich der motivationalen Deskriptoren besonders auffällig. Allen voran die Differenzfaktoren "internalisierte Regulation der Motivation" ($m_{t1-t0} = 1,050$), "Selbstbestimmungsindex (SDI)" ($m_{t1-t0} = 3,239$) sowie "Selbstkonzept Satellitenbild" ($m_{t1-t0} = 0,788$) weisen höchst signifikante Zunahmen der Mittelwerte mit hohen Effektstärken (nach Cohen) von $d = 1,40$ bis $2,41$ auf.

Der bivariate Vergleich der Ausgangscluster mit den Veränderungscluster im Rahmen einer Kreuztabellierung zeigt bereits eine deutliche Verteilungsheterogenität und lässt damit einen Zusammenhang beider Variablen vermuten. Die Chi-Quadrat-Testung bestätigt, dass die reale Verteilung der Ausgangsnutzer-Typen innerhalb der Veränderungsgruppen "sehr signifikant" von der theoretisch zu erwartenden Verteilung abweicht (vgl. Kap.8.3). Gleiches gilt auch für den umgekehrten Fall, also die Zusammensetzung der Veränderungstypen innerhalb der Ausgangscluster. Es kann demnach von einem grundlegenden Zusammenhang beider Merkmale ausgegangen werden und somit die These VII(b), mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1%, als bestätigt angenommen werden.

Die differenzierte Analyse der Veränderungen innerhalb der Ausgangscluster-Typen (t_0) offenbart weiterhin nicht nur deutliche Abweichungen von der theoretisch zu erwartenden Verteilung, sondern lässt auch im Gruppenvergleich evidente Unterschiede erkennen.

So zeigen sich beim "Unmotivierten Selbstzweifler" (Cluster 1) sowie beim "Erfahrenen, selbstbestimmten Anpacker" (Cluster 4) deutliche Abweichungen von der statistisch zu erwartenden Verteilung, wo hingegen der "Interessierte Durchschnittstyp" (Cluster 3) diesbezüglich unauffällig erscheint.

Die Interpretation dieser wie weiterer zentraler Ergebnisse sowie daraus ableitbarer Schlussfolgerungen werden im abschließenden Kapitel diskutiert.

9.2 Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden die zentralen Erkenntnisse der Studie aufgegriffen und reflektiert. Hierzu wird im Besonderen auf die wahrgenommenen Auffälligkeiten in der dualen Rolle als Versuchsleiter und teilnehmender Beobachter im Rahmen der Treatments eingegangen.

Zunahme der intrinsischen Motivation bei auffällig geschlechtsspezifischen Differenzen:

Im Zuge der Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern zeigte die Gesamtgruppe der teilnehmenden Schüler eine signifikante Zunahme des Faktors internalisierte Regulation der Motivation von t_0 nach t_1 . Als besonders auffällig erweisen sich dabei die Unterschiede der motivationalen Disposition der Lernenden sowie die Abstände der jeweiligen Selbstkonzeptparameter in Abhängigkeit vom Geschlecht. Gerade im Bereich der

internalisierten Regulation der Motivation als auch beim ermittelten Selbstbestimmungsindex (SDI) zeigen die weiblichen Probanden im Rahmen des ersten Treatments deutlichere Zuwächse als ihre männlichen Mitschüler. Diese statistischen Zuwächse bestätigten auch die Wahrnehmungen der teilnehmenden Beobachtung. Viele Schülerinnen zeigten sich zunächst abwartend, was die Auseinandersetzung mit den digitalen Satellitenbildern mittels des Computers anging. Mit zunehmender technischer Routine und wachsender Eigenständigkeit im Umgang mit den digitalen Geomedien zeigten viele Schülerinnen im Laufe des Treatments ein wachsendes Interesse, die jeweilige geografische Fragestellung mit Methoden der Fernerkundung selbstständig zu lösen (vgl. HEMMER & HEMMER 2010, KRAPP 2010, OBERMAIER 1997).

Versuchsgruppenspezifische Unterschiede der intrinsischen Motivation:

Als weiterhin besonders auffallend erwiesen sich die Unterschiede der Veränderungen der internalisierten Regulation der Motivation in den einzelnen Versuchsgruppen. Manche Schulklassen zeigten einen höchst signifikanten Zuwachs von t_0 nach t_1 , wohingegen andere Lerngruppen eine Stagnation dieses Lernprädiktors aufwiesen. Die scheinbar divergierende Auswirkung des Treatments T_1 auf den motivationalen Antrieb der Schüler kann zum Teil auch mit dem unterschiedlichen Auftreten der begleitenden Lehrkräfte zusammenhängen. Bei den Schulklassen mit deutlichen Zuwächsen zeigten sich die Lehrkräfte meist auffällig engagierter und interessierter an der Unterrichtsaktivität "ihrer" Schüler als dies bei anderen Lerngruppen und ihren Begleitpersonen der Fall war. So wurde beispielsweise die Klasse Nummer 8 lediglich zur Teilnahme am Treatment "abgegeben", während die begleitende Fachlehrerin sich zur Korrektur von Klassenarbeiten in einen Nachbarraum aufhielt. Das mangelnde Interesse des Lehrers am Treatment und die fehlende Verbindlichkeit des Selbigen für die weiterführende Vertiefung im schulischen Unterricht mag auch ein nicht unbedeutender Grund für die eher stagnierende Entwicklung des motivationalen Parameters der Schüler dieser Lerngruppe sein. Die diesbezüglichen Beobachtungen zur Bedeutung der Lehrkraft finden Bestätigung in den Metaanalyse von HATTIE in Hinblick auf die lernfördernde Relevanz des Lehrerfeedbacks als zentralem Einflussfaktor für erfolgreiches Lernen (HATTIE 2012, HATTIE 2009).

Zunahme des Selbstbestimmungsindex (SDI) der Schülerinnen:

Das Mittel der Gesamtpopulation zeigt insgesamt betrachtet eine höchst signifikante Zunahme des SDI und damit eine Steigerung der wahrgenommenen eigenen Selbstbestimmung der Schüler von t_0 nach t_1 . Ausschlaggebend hierfür ist primär die positive Veränderung des Prädiktors bei den Schülerinnen. Dies ergibt sich aus der höchst signifikanten Zunahme der "internalisierten Regulation der Motivation" bei gleichzeitig signifikanter Abnahme des Faktors "extrinsisch-introjierte Regulation der Motivation". Der aus den motivationalen Subkategorien ermittelte Selbstbestimmungsindex (SDI) der Schülerinnen erreicht dabei im Posttest nahezu

das hohe positive Niveau der männlichen Mitschüler. Der SDI, für den in der zusammenfassenden Gesamtbetrachtung Werte zwischen $m_{t_0} = 2,31$ und $m_{t_1} = 2,81$ (vgl. Abb. 39) ermittelt werden konnten, liegt zudem deutlich über dem Mittelwert von $m = 1,84$, den MÜLLER et al. (2007; S. 10) im Rahmen einer vergleichbaren Fragebogenstudie (in den Fächern Mathematik, Informatik oder Naturwissenschaften) mit österreichischen Schülern ermitteln konnte ($N_{\text{Schüler}} = 2651$; $N_{\text{Schulklassen}} = 128$; $m_{\text{Alter}} = 14,2$). Damit erscheint die computergestützte Form der Auseinandersetzung mit Satellitenbildern ein wirksamer unterrichtlicher Weg zu sein, selbstbestimmt motiviertes Lernen für beide Geschlechter zu ermöglichen, dadurch die Lernzufriedenheit der Schüler zu steigern und die Aneignungsprozesse von differenziertem und zusammenhängendem Wissen zu fördern (vgl. MÜLLER et al. 2007, VOGT 2007; HERZIG ET AL. 2006, SCHULZ-ZANDER 2003, BLES 2002, DECI & RYAN 1993).

Nahezu Stagnation des akademischen Selbstkonzeptes:

Beim zweiten zentralen Diagnoseinstrument, dem akademischen Selbstkonzept im Fach Erdkunde/Geographie bzw. im Fächerverbund EWG/GWG, zeigten die getesteten Kategorien "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)", "Fähigkeitsselbstkonzept (kriterial)", "Fähigkeitsselbstkonzept (individuell)" und "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial)" trotz durchschnittlich leichter Zunahmen keine signifikanten Veränderungen. Lediglich bei der Dimension "Fähigkeitsselbstkonzept (sozial) - weiblich" konnten von t_0 nach t_1 hin statistisch signifikante Veränderungen festgestellt werden. Dabei ist der Veränderung jedoch eine nur schwache Effektstärke zu konstatieren. Insgesamt zeigt sich, dass es sich bei dem fachlichen Selbstkonzept um ein recht persistentes Persönlichkeitsmerkmal zu handeln scheint das kaum durch die zeitlich begrenzten Treatments nachhaltig beeinflussbar ist. Die Analyse der Geschlechtsunterschiede im Kontext der geographischen Fähigkeitsselbsteinschätzung lassen auch hier zum Teil deutliche Differenzen erkennen. Bei nahezu allen Selbstkonzeptkategorien tendieren die Schülerinnen zu einer niedrigeren Einstufung ihrer fachspezifischen Fähigkeit als ihre männlichen Mitschüler. Damit korrelieren die Befunde mit den Studienergebnissen von ROST & SPARFELDT, die ihrerseits eine "geschlechtsinvariante Selbstkonzeptstruktur" von „kleiner bis mittlerer Größenordnung“ (2002, S. 136) diagnostizieren konnten.

Schulartspezifische Unterschiede des akademischen Selbstkonzeptes:

Der Vergleich des akademischen Fähigkeitsselbstkonzeptes der Schüler in Abhängigkeit von der jeweiligen Schulart legt ebenfalls einen deutlichen Unterschied der Selbsteinschätzung im Fach Geographie / im Fächerverbund EWG/GWG zu Tage. Die gymnasialen Versuchsteilnehmer zeigten neben dem "Fähigkeitsselbstkonzept (allgemein)" auch in den untersuchten drei Subkategorien des Selbstkonzeptes nahezu zu allen drei Testzeitpunkten einen im Vergleich zu den Realschülern deutlich niedrigeren Mittelwert der jeweiligen Selbsteinschätzung. Ein Grund hierfür kann die mit den Skalen des akademischen

Selbstkonzeptes negativ korrelierende "Furcht vor Misserfolgen" (vgl. DICKHÄUSER et al. 2002) darstellen. Vereinzelte Studien attestieren gymnasialen Schülern eine diesbezüglich etwas größere Furcht (vgl. DARGE & WAGNER 2003). Im Zuge der teilnehmenden Beobachtung waren jedoch keine offenkundigen schulartspezifischen Unterschiede feststellbar, so dass diese Vermutung auch auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Daten nicht weiter gestützt werden kann.

Zusammenhang zwischen den Schulleistungen und dem akademischen Selbstkonzept:

Weiters konnte ein positiv signifikanter Zusammenhang zwischen den Schulleistungen und der Höhe der Fähigkeitszuschreibung in Geographie / im Fächerverbund EWG/GWG nachgewiesen werden. Leistungsstarke Schüler zeigten signifikant höhere Selbstkonzeptestufungen zu den jeweiligen Messzeitpunkten. Diese positive Korrelation wird u. A. durch die Befunde von DICKHÄUSER et al. (2002) gestützt.

Zudem zeigten gerade die leistungsschwächeren Schüler zum Teil auffällige Verbesserungen der jeweiligen Selbstkonzeptfaktoren durch die Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern. Für die leistungstärkeren Probanden lässt sich womöglich auf Grund der bereits höheren Ausgangswerte, im Sinne auftretender statistischer "Deckeneffekte" (BORTZ & DÖRING 2005, S. 182), eine positive Veränderung des akademischen Selbstkonzeptes nicht nachweisen.

Hohe computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung der Probanden:

Trotz hoher Einschätzungswerte der weiblichen Probanden zeigten die männlichen Versuchspersonen ein im Mittel signifikant höheres Zutrauen in die eigene Kompetenz im Umgang mit dem Computer. Hiermit bestätigt die Untersuchung die Ergebnisse der PISA Studie 2009 (vgl. OECD 2011) sowie der genderspezifischen Studien von KOHLMANN et al. (2005), CASSIDY & EACHUS (2002), HARRISON & RAINER (1992) und MIURA (1987).

Eine "Angleichung der Fähigkeiten beider Geschlechter" erscheint in Anlehnung an HERZIG et al. (2006, S. 92) schlüssig und wird durch die Beobachtungen im Rahmen der beiden Treatment erhärtet. Eine statistisch nachweisbare Veränderung der computerbezogenen Kompetenzattribution kann im Rahmen der Treatments hingegen weder für die Schülerinnen noch für die Schüler nachgewiesen werden. Ein Grund hierfür ist neben der Kürze der Treatments und dem demnach begrenzten Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartung vor allem in der bereits hohen Einschätzung der Kompetenz im Prätest und den damit verbundenen statistischen Deckeneffekten (vgl. BORTZ & DÖRING 2005) zu sehen. Als Grund für die hohe Selbsteinschätzung ist, trotz des gering-umfänglichen Einsatzes des Computers im schulischen Umfeld, die hohe Nutzungshäufigkeit des Mediums im privaten Bereich anzunehmen (vgl. CASSIDY & EACHUS 2002).

Der von SPANNAGEL & BESCHERER (2009), mit Berufung auf eine Studie CASSIDY & EACHUS (2002), angenommene, positive Zusammenhang der "Anzahl vertrauter Softwareanwendungen" mit der Ausprägung der Computerselbstwirksamkeit, kann im Rahmen dieser Studie nur partiell bestätigt werden. Viele Schüler haben trotz zum Teil intensiver Nutzung der gängigen Office-Programme und großer Beliebtheit bei der Nutzung verschiedenster Webanwendung fast keine Erfahrungen im Umgang mit Fernerkundungsprogrammen. Zudem greifen nur knapp 10% der befragten Schüler regelmäßig auf computerbasierte Lernangebote zurück. Trotz defizitärem Umgang mit diesen Softwareprodukten attestierte sich dennoch ein Großteil der Versuchsprobanden ein auffällig hohes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit dem Computer. Gestützt wird dieser Befund von den Ergebnissen der PISA Studie 2009, die den deutschen Schüler ein überdurchschnittlich hohes Zutrauen in die selbständige Bewältigung computerbasierter Aufgaben mit höherem Anforderungsniveau attestiert (vgl. OECD 2011).

Schulart- und geschlechtsspezifische Unterschiede in der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung der Probanden:

Der Vergleich der Selbsteinschätzung im kompetenten Umgang mit Satellitenbildern liefert ähnliche Ergebnisse wie die der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung. Die männlichen Versuchsteilnehmer attestieren sich ein selbstbewussteres Zutrauen darin, Handlungen mit dem Medium Satellitenbild erfolgreich ausführen zu können. Als Ursache hierfür wird die auffällig häufigere Nutzung von Satellitenbildern der männlichen Untersuchungsteilnehmer gesehen. Dies betrifft sowohl Verwendung von virtuellen Globen, als auch die getrennt davon erfragte Beschäftigung mit Satellitenbildern in privaten wie schulischen Kontexten, wo es diesbezüglich keine Unterschiede geben dürfte. Dementsprechend scheinen die männlichen Probanden diesem Medium eine höhere Bedeutungszuweisung zu geben. Erhärtet wird dies einerseits durch geographiedidaktische Interessensforschung von HEMMER & HEMMER (2010) sowie durch die Studie von KOLLAR (2012) zur Satellitenbildlesekompetenz von Schülern. Im Rahmen dieser quantitativen Onlinebefragung von 758 Gymnasiasten zeigte sich bei den männlichen Versuchspersonen eine höhere Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern. KOLLAR konnte zudem bei den männlichen Testpersonen eine "leichte Dominanz [...] im Hinblick auf ihre Satellitenbild-Lesekompetenz gegenüber den Schülerinnen" feststellen (KOLLAR 2012, S. 117). Der vermutete Begründungszusammenhang zur besseren räumlichen Denkfähigkeiten der männlichen Schüler (vgl. KÖCK 2005), bedarf hier jedoch vertiefender Folgestudien.

In der Vergleichsanalyse der Schularten zeigen die Realschüler im Prätest eine signifikant höhere Selbsteinschätzung als ihre gymnasialen Altersgenossen. Signifikante Zuwächse im Laufe des ersten Treatments zeigten hingegen nur die Schüler des Gymnasiums. Als Ursache hierfür wäre erneut der geringere Ausgangswert der gymnasialen Probanden in Betracht zu

ziehen, nicht jedoch eine potentielle Überforderung der Realschüler. Trotz der zum Teil gesteigerten fachlichen und methodischen Herausforderungen im Umgang mit den satellitenbildbezogenen Fragestellungen zeigte die teilnehmende Beobachtung auch, dass die Realschüler diese in aller Regel ähnlich gut meistern können. Bei einer kognitiven bzw. methodisch-technisch bedingten Überforderung der Realschüler wäre zudem eine Abnahme der Fähigkeitseinschätzung im Umgang mit den digitalen Fernerkundungsdaten zu erwarten gewesen.

Entgegen der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung zeigt sich im Laufe der Untersuchung in der Kompetenzeinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern, gerade bei den Schülerinnen, eine höchst signifikante positive Veränderung bei annähernd mittlerer Effektstärke. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede lassen sich einerseits mit der niedrigeren Einschätzungen der Schülerinnen im Prätest erklären -- andererseits bestätigte aber auch die Beobachtung, dass gerade die Schülerinnen im Laufe des ersten Treatments ein gesteigertes Selbstbewusstsein im Umgang mit digitalen Satellitenbildern zeigten, nachdem sich erste Routineabläufe mit dem Medium etabliert hatten. Zudem schienen gerade die weiblichen Probanden durch die Ästhetik der Satellitenbilddarstellungen angesprochen, was vermeintlich auch einen motivational positiven Einfluss auf den Umgang mit dem Medium bewirkt und eine ausdauernde Beschäftigung damit begünstigt (vgl. SIEGMUND 2011, VOß et. al. 2009). Dies wiederum vermag den routinierten Umgang damit verfestigen und damit die satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung stärken. Zur genaueren wissenschaftlichen Überprüfung dieser, aus der Beobachtung heraus resultierenden, Vermutungen wären jedoch weiterführende und ausdifferenzierte Untersuchungen notwendig.

Positiver Einfluss der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung auf Lernmotivation und akademisches Selbstkonzept:

Es kann durchgehend von einer positiven Korrelation zwischen dem "Selbstkonzept Satellitenbild" und den drei erhobenen motivationalen Regulationstypen gesprochen werden. Von Bedeutung erscheint diese Wechselbeziehung primär für den "intrinsisch regulierenden Lerntypen". Gleichmaßen bestätigt sich fast ausnahmslos der Zusammenhang des Prädiktors "Selbstkonzept Satellitenbild" zu dem Faktor "akademisches Selbstkonzepts (Allgemein)" sowie zu den drei getesteten Subkategorien "Selbstkonzept_{kriterial}", Selbstkonzept_{sozial} und Selbstkonzept_{individual}".

Von besonderer Bedeutung erscheint der höchst signifikante Einfluss des Faktors "Selbstkonzept Satellitenbild" auf die Veränderung des Faktors "internalisierte Regulation der Motivation" (von t_0 nach t_1). Ein Schüler, der sich demnach eine hohe Fähigkeitszuschreibung im Umgang mit Satellitenbildern attestiert, zeigt auch eine auffällige Zunahme der intrinsisch regulierenden Motivation im Rahmen des ersten Treatments.

Als Grund hierfür kann das im Rahmen der Beobachtung häufig wahrgenommene positive Erfolgserlebnis im Umgang mit den digitalen Satellitenbildern liegen. Die Schüler, die sich ein hohes Zutrauen im Umgang mit Fernerkundungsdaten attestierten und sich dementsprechend engagiert um die Durchführung satellitenbildspezifischer Operationen bemühten, wurden in der Regel zügig durch entsprechende Erfolgserlebnisse (z.B. in Form eigener Landnutzungskarten) bestätigt. Derartige Erfolgserlebnisse, interpretiert als "positive Anreize im Tätigkeitsvollzug" (Rheinberg 2004, S. 9), fördern das Kompetenzerleben und begünstigen, entsprechend der Selbstbestimmungstheorie von DECI & RYAN (BLES 2002, DECI & RYAN 1993), Lernaktivitäten zunehmend intrinsisch motiviert durchzuführen.

Auf die Veränderung des als robust anzusehenden akademischen Selbstkonzeptes zeigt das "Selbstkonzept Satellitenbild" hingegen keinen statistisch nachzuweisenden Einfluss. Als Grund hierfür wird, wie zuvor erwähnt, die zeitliche Begrenzung der beiden Treatments angesehen. Im Rahmen einer langfristig angelegten Follow-Up-Studie wären gegebenenfalls statistisch nachweisbare Einflüsse auf derart persistent erscheinende Persönlichkeitsmerkmale möglich.

Identifikation von vier Ausgangs-Nutzertypen im Umgang mit digitalen Fernerkundungsdaten:

Die ausführliche Analyse der erhobenen statistischen Variablen ermöglichte es, unter Verwendung mehrerer clusteranalytischer Verfahren, vier in sich homogene, aber deutlich voneinander abgegrenzte Nutzertypen im Umgang mit digitalen Satellitenbildern zu ermitteln. Vergleichbare Typen der Satellitenbildnutzung konnte SIEGMUND (2011) im Rahmen einer internationalen Vergleichsstudie gewinnen - jedoch auf Grundlage deutlich differierender Clusterprädiktoren.

Für die Generierung der vier Nutzertypen erwiesen sich, neben dem Selbstbestimmungsindex (SDI), vor allem die diametralen Regulationstypen der Motivation (introjiziert/externalisiert vs. internalisiert) als bedeutsam.

Weiterhin zeigt sich, dass diese vier Nutzertypen in einem mindestens als "sehr signifikant" zu wertenden Zusammenhang zu den Kontrollvariablen "Geschlecht", "Alter/Klassenstufe", "Schulart", "Nutzungshäufigkeit von Satellitenbildern privat" sowie "Nutzungshäufigkeit von digitalen Globen" stehen.

Die unterschiedlichen Nutzertypen sind nicht persistent, sondern veränderbar und zeigen eine positive Veränderung von t_0 nach t_1 :

Die zentrale methodische Herausforderung dieser Studie bestand darin, möglichst differenziert die Veränderungen der Lernausgangsbedingungen bei den untersuchten Schülern zu diagnostizieren, um aussagekräftige Rückschlüsse auf den didaktischen Mehrwert der Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten gewinnen zu können. Hierzu wurden, wie im Kap. 8.1 dargelegt, im Zuge einer dreistufigen statistischen Analyse Veränderungscluster der Schüler erstellt. Auch dies konnte mit hinreichender

Gruppenhomogenität sowie einer befriedigenden Heterogenität zu den anderen Clustergruppen sichergestellt werden. Von größter Bedeutung für das Clustering waren auch hier neben der "internalisierten Regulation der Motivation", der "Selbstbestimmungsindex (SDI)" sowie nachrangig die Differenzgrößen "Selbstkonzept Computer" und "Selbstkonzept Satellitenbild". Die Charakteristik der Veränderungscluster wird in Kap. 8.2 ausführlich besprochen. Die beiden zentralen Ergebnisse, die aus der Veränderungsanalyse gewonnen werden konnten, sind, dass, einerseits, die Ausgangs- Nutzertypen veränderbar sind und dass, andererseits, die für einen Großteil der Versuchsprobanden nachgewiesene Form der Veränderung positiv und damit lernfördernd zu werten ist. Diese Einschätzung wird sowohl durch die zuvor dargestellten Veränderungen singulärer statistischer Kennwerte als auch durch den clusteranalytischen Vergleich gestützt. Dabei liefert die Analyse der quantitativen Zusammensetzung der Ausgangscluster, gesplittet nach jeweiligen Veränderungscluster (vgl. Abb. 76), wertvolle Hinweise auf die Wirksamkeit des zentralen ersten Treatments (T_1). Insgesamt wird dabei die Zugehörigkeit der Schüler zu den Veränderungsclustern "Der leicht Selbstbestimmtere" sowie "Der deutlich Selbstbestimmtere" als positiv beurteilt. Beide Veränderungstypen zeigen Zunahmen der internalisierten Regulation der Motivation und damit zusammenhängend eine zum Teil erhebliche Steigerung des Selbstbestimmungsindex (SDI), der als mathematischer Faktor die wahrgenommene eigene Selbstbestimmung der Lernenden widerspiegelt. Als weitere Gemeinsamkeit beider Veränderungstypen ist die auffällige Zunahme der satellitenbildbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung anzusehen. Ansonsten weisen die beiden Veränderungstypen zwar unterschiedliche, aber alle als positiv zu wertende Entwicklungen der erhobenen Lernprädiktoren auf.

Betrachtet man den Anteil der beiden Veränderungscluster ("Der leicht Selbstbestimmtere" + "Der deutlich Selbstbestimmtere") innerhalb der vier Ausgangscluster, so lassen sich erkennbar positive Rückschlüsse durch die skizzierte Form der Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbilder interpretieren (vgl. Abb. 76). Innerhalb der größten Ausgangsgruppe, dem "Unmotivierten Selbstzweifler", zeigen 45 Schüler und damit 77% der Nutzergruppe eine als positiv zu wertende Veränderung der erhobenen Items. In der zweiten Gruppe ("Wenig selbstbestimmter Newbie") zeigen 44% der Schüler eine Verbesserung der Diagnose-Items und bei 50% der Probanden der dritten Gruppe ("Interessierter Durchschnittstyp"), lässt sich ein Zugewinn feststellen. Erstaunlich ist die Veränderung in der Gruppe der "Erfahrenen selbstbestimmten Anpacker" zu werten. Bei 33% der Probanden dieser Gruppe ließen sich nochmals Zugewinne bei den erhobenen Lernprädiktoren diagnostizieren, obwohl diesen Schülern ein bereits außergewöhnlich hoher Ausgangswert attestiert wurde. 30 Schülern ($\hat{=}$ 59%) innerhalb dieser Gruppe können der Veränderungsgruppe "der Beständigen" zu geordnet werden. Somit kann diesen Lernenden im weitesten Sinne bescheinigt werden, dass sie ihr hohes Ausgangsniveau auch im Posttest bestätigen konnten.

10 Fazit und Ausblick

In Bezug auf die Evaluierung des Forschungsdesigns lässt sich zunächst den eingesetzten Messwerkzeugen eine hoch reliable und intern valide Passung attestieren. Dabei erwies sich die Adaption der normierten Skalentestbögen sowohl als geeignetes als auch sehr ökonomisches Diagnose- und Messinstrumente zur Erfassung der intendierten Lernprädiktoren. Insgesamt bestätigten sich in der Hauptuntersuchung (vgl. Kap. 6.1) die Ergebnisse der Fragebogenvalidierung im Rahmen des vorangeschalteten Prätests (vgl. Kap. 4.4). Auf Grundlage der ausführlichen faktorenanalytischen Prüfung der Erfassungsbögen und der daraus abgeleiteten Optimierung der Selbigen erscheinen diese geeignet, in Folgestudien entsprechend Anwendung zu finden.

Die gewählte Form der Untersuchung, mit einem etwa vierstündigen außerschulischen Treatment im Klaus-Tschira Kompetenzzentrum für digitale Geomedien in Heidelberg sowie dem anschließenden etwa zweistündigen schulinternen Treatment für einen Teil der Probanden, erwies sich dabei im Kontext der gewählten Fragestellungen und zur Überprüfung der Forschungshypothesen als angemessen.

Um jedoch Erkenntnisse über mittelfristige Lerneffekte in Folge der Auseinandersetzung mit digitalen Satellitenbildern tätigen zu können, erscheint die Reduzierung auf lediglich zwei Treatments knapp bemessen. Trotz einer erneut intensiven Vertiefung der Treatment-Gruppe mit der webbasierten Fernerkundungssoftware BLIF im regulären Unterricht im Gegensatz zur einmaligen Nutzung der Kontrollgruppe, erwiesen sich die schulischen Störvariablen (vgl. Kap. 4.2.3) als sehr dominant, um weitere gesicherte und aufschlussreiche Erkenntnisse gewinnen zu können. Hinzu kommt, dass es auf Grund der schulischen Rahmenbedingungen nicht möglich war, den Abstand der beiden Treatments T_1 und T_2 für alle an der Studie partizipierenden Lerngruppen gleich groß zu halten (vgl. Kap. 4.1). Dementsprechend können sich die schulischen Störvariablen unterschiedlich groß bemerkbar machen. Der als Ergänzung zum Follow-Up-Design gewählte Kontrollgruppenvergleich ermöglicht es daher, auch kaum zusätzliche und generalisierbare Aussagen über die nachhaltige Wirksamkeit der Satellitenbildbeschäftigung zu gewinnen.

Für weitere Untersuchungen erscheint es diesbezüglich sinnvoll, mehrere fest im Stundenplan verankerte Treatments im schulischen Kontext durchzuführen und als Lernberater wissenschaftlich zu begleiten. Hierfür wäre eine Kooperation zwischen der jeweiligen Schule und der begleitenden und evaluierenden Hochschule durchaus sehr zu begrüßen, um einerseits strukturell-organisatorische Probleme wie beispielsweise die Belegung der Computerräume und die dortigen administrativen Einschränkungen umgehen zu können und gleichzeitig auch methodisch-didaktische Anpassungen vornehmen zu können. Hierin wird vordergründig die

Optimierung der Treatments an die entsprechenden Schulcurricula sowie die verbindliche Einbindung der Treatments in den jeweiligen Stoffverteilungsplan durch die Kooperationslehrkräfte gesehen. Diese würde der von den Schülern als zum Teil sehr unterschiedlich wahrgenommenen Verbindlichkeit der jeweiligen fernerkundungsbasierenden Treatments entgegenwirken und somit ein weiteres Parallelisieren bezüglich einer klassenübergreifenden Vergleichbarkeit bewirken.

Im Hinblick auf die generell zunehmende Bedeutung von digitalen Geomedien, sowohl in der Gesellschaft als auch in schulischen Bildungsprozessen (vgl. Kap. 1 und 2), spielt die diagnostische Erfassung des Lernpotentials im handlungsorientierten Umgang mit diesem Medium eine zentrale Rolle. Auf Grundlage dessen leitete sich das primäre Ziel der Untersuchung ab, nämlich den didaktischen Mehrwert der aktiven Auseinandersetzung mit digitalen Fernerkundungsdaten hinsichtlich der Lernwirksamkeit dieser Aktionsform zu untersuchen und dabei zu evaluieren, ob die Beschäftigung mit diesem Medium bei divergierenden Nutzertypen unterschiedliche Wirkweisen hervorruft.

Zusammenfassend betrachtet belegt die Studie, dass der eigenständigen und eigenverantwortlichen Auseinandersetzung mit digitalen Geomedien eine mit hoher Wahrscheinlichkeit lernfördernde Wirksamkeit attestiert werden kann. Dies zeigt sich sowohl bei der singulären Betrachtung der Veränderung der Lernoperatoren – insbesondere der "Lernmotivation" – als auch bei der clusteranalytischen Untersuchung der Nutzer- und Veränderungstypen hinsichtlich des Selbstkonzeptes und der Motivationsstruktur. Über die gewählte Form der weitestgehend problemorientierten und aktiven Auseinandersetzung mit Satellitenbilddaten erscheint es möglich, bildende Lernprozesse zu initiieren, die dabei zu einem hohen Maß durch den selbstbestimmt motivierten Antrieb der Lernenden gesteuert wird (vgl. BLES 2002). Damit ist es möglich, sowohl die fachlichen als auch die überfachlichen Kompetenzfelder der jungen Nutzer wirksam zu fördern. Zur differenzierten Prüfung des Kompetenzzuwachses erscheint diesbezüglich die Verwendung des Kompetenzstrukturmodells der Satellitenbildlesekompetenz von KOLLAR (2012) von besonderer diagnostischer Relevanz für vertiefende Studien.

Auf Grundlage der Befunde kristallisiert sich kein Nutzertyp heraus, für den die gewählte Form der schulischen Auseinandersetzung mit Satellitenbildern ertragreicher wäre als für andere Nutzer. Sowohl leistungsschwache Schüler mit einem niedrigen Zutrauen in die eigenen fachlichen und methodischen Fähigkeiten als auch leistungsstarke und satellitenbilderfahrene Schüler zeigen zum Teil deutlich Zugewinne im Bereich der erhobenen Personen-Items.

Als ein überraschender Befund der Untersuchung sind die diesbezüglich deutlich lernfördernden Veränderungen, gerade bei den Schülerinnen, zu nennen. Besonders auffällig erscheinen hierbei, neben der Zunahme der internalisierten Regulation der Motivation und der

Steigerung der satellitenbildbezogene Selbstwirksamkeitserwartung, vor allem die deutlichen Zugewinne des Selbstbestimmungsindex (SDI). Da gemäß der pädagogisch-psychologischen Motivationstheorie der zu erwartende Lernerfolg in hohem Maße mit dem Grad an erfahrener Selbstbestimmung korreliert (BLES 2002, DECI & RYAN 1993, DECI et al. 1991), ist die deutlich ausfallende Zunahme des Selbstbestimmungsindex im Rahmen des zentralen ersten Treatments als sehr positiv zu werten. Mit der Steigerung des SDI, als bedeutsamer Prädiktor für die Qualität von Bildungsprozessen, kann damit ein positiver Ausblick auf die Lernleistung der Schüler prognostiziert werden (MÜLLER et al. 2007). Die der Untersuchung zu Grunde liegende Form der Beschäftigung mit Satellitenbildern unterstützt demnach neben dem von DECI postulierten Bedürfnis nach Autonomie auch das Verlangen der Schüler nach Kompetenzerweiterung (DECI 1975) und erweist sich demnach als lernwirksam für die untersuchten Schüler ab der siebten Klasse - in besonderer Ausprägung für die weiblichen Lernenden.

Die Ursachen dieser geschlechtsspezifischen Ausprägung können jedoch mittels der erhobenen Daten nicht valide beantwortet werden. Hierfür bedarf es weiterführender Untersuchungen. Weiterhin ist eine intensive Beschäftigung mit den digitalen Satellitenbildern im Rahmen der Treatments stark an die gewählte Unterrichtsmethodik der problem- und handlungsorientierten Auseinandersetzung mit dem Geomedium gekoppelt. Die Lernwirksamkeit der Beschäftigung mit Fernerkundungsdaten hängt maßgeblich auch von der gewählten methodischen Form der unterrichtlichen Auseinandersetzung ab und kann demzufolge nicht losgelöst davon betrachtet werden (vgl. FLATH 2012, HAUBRICH 2006, RINSCHKE 2005).

Die Leitfrage des Arbeitskreises Fernerkundung auf der Jahrestagung 2011: "Fernerkundung kann alles – aber wie gut?" lässt sich, bezogen auf die schulische Implementierung in der Sekundarstufe, am ehesten wie folgt beantworten: Das ganzheitliche Erschließen der Möglichkeiten der Fernerkundung im Unterricht vermag ein hohes lernförderndes Potential zu versprechen, wenn dieses in ein motivierendes didaktisches Konzept integriert ist. Hierfür erscheint es von zentraler Bedeutung, dass den Lernenden, jeweils eingebunden in eine problemorientierte, geographische Fragestellung, eine ritualisierte und selbständige Auseinandersetzung mit den Geodaten ermöglicht wird. Von großem Nutzen für eine nachhaltige Veränderung der Unterrichtskultur (von einer analog-rezeptiven hin zu einer digital-partizipativen Ausrichtung) wird in diesem Zusammenhang das von SIEGMUND (2011) vorgestellte Modell einer fernerkundungsdidaktischen Gesamtkonzeption angesehen. Die in diesem Ansatz empfohlenen Arbeitsschritte zur Auswertung und Interpretation von Satellitenbildern fanden im Rahmen dieser Studie bei der Konzeption der Treatments Anwendung und erwiesen sich als tragfähiges Konstrukt. Abweichend zu den Erkenntnissen von SIEGMUND (2011) erscheint das Merkmal "Geschlecht der Probanden" im Umgang mit

digitalen Fernerkundungsdaten eine tragendere Stellgröße in Hinblick auf die intendierten Lernprozesse zu spielen als das jeweilige Alter der Nutzer. Demzufolge sollte eine binnendifferenzierte und kooperationsfördernde Ausrichtung der multimedialen Treatments (vgl. UHLENWINKEL 2012; HERZIG et al. 2006, GERTSEN et al. 2006) unter Berücksichtigung der geschlechtsdifferenzierten Ausgangslage (vgl. HEMMER & HEMMER 2010) deutlicher in den Fokus rücken und im Hinblick auf eine optimale Lernförderung in weiterführenden Studien untersucht werden. Unter fernerkundungsdidaktischen Gesichtspunkten stellt, aufbauend auf den Ergebnissen der Studie, die differenzierte Erfassung des Umgangs mit den digitalen Fernerkundungsdaten ein weiteres Forschungsfeld dar. Auf Basis einer intendierten Weiterentwicklung der Webapplikation BLIF wäre dabei von besonderem Interesse, welche der Arbeitsschritte in der Auseinandersetzung mit den Fernerkundungsdaten, in welchem Umfang betrieben werden. Mit dem Ziel einer outputorientierten Kompetenzförderung erscheinen dabei neben der quantitativen Erfassung vor allem die qualitativen Ergebnisse von großer Bedeutung.

Literaturverzeichnis

- ALEAN, J., BIBER, T. (2005): Entdeckendes Lernen mit Satellitenbildern; In: Geographie heute, (235), S.35-37
- ADORNI, G, PRIMI, A, SUGLIANO, A. M. (2011): Towards a Teach the Teachers Programme on the Pedagogical Use of GI Tools; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (HRSG.): Learning with GI 2011; S.100-103
- ALBERTZ, J. (2007): Einführung in die Fernerkundung. Grundlagen der Interpretation von Luft und Satellitenbildern.
- BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R. (2011): Multivariate Analysemethoden; Berlin / Heidelberg
- BACHMANN, M., MÖLLER, C. (1999): Satellitenbilddauswertung im Unterricht - Ergebnisse und Erfahrungen aus einem bundesweiten Pilotprojekt. In: BLUDAU-HARY, A., BACHMANN, M., STEINBORN, W. (HRSG.): Erderkundung leichtgemacht. Ein Ratgeber für Satellitendirekttempfang und Bildauswertung als neues Medium im fächerübergreifenden Unterricht, Gotha. S. 92–114.
- BALGO, R (1998): Lehren und Lernen- Der Versuch einer (Re-)Konstruktion, In: Pädagogik 7-8/98
- BARBEITE, F. G. & WEISS, E. M. (2004): Computer self-efficacy and anxiety scales for an internet sample: testing measurement equivalence of existing measures and development of new scales. Computers in Human Behavior, 20, S.1–15.
- BLES, P. (2002): Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan., In: Frey, D. & Irle, M. (Hrsg.) Theorien der Sozialpsychologie, Band 3: Motivations-, Selbst- und Informationsverarbeitungstheorien; Bern
- BORTZ, J. & DÖRING, N. (2005): Forschungsmethoden und Evaluation, Heidelberg
- BORTZ, J.& SCHUTSER, C. (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler; Berlin, Heidelberg; Springer
- BRANDT, A., MÖLLER, J., KOHSE-HÖINGHAUS, K. (2008): Was bewirken außerschulische Experimentierlabors?; In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 22 (1); S.5-12
- BREITBACH, TH. UND MAETZEL, R. [Hrsg.] (1998): Satellitenbilder im Unterricht, Bd. 2 (Folienmappe und Handbuch). Bonn
- BLES, P. (2002): Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan. In Frey, D. & Irle, M. (Hrsg.) Theorien der Sozialpsychologie, Band 3: Motivations-, Selbst- und Informationsverarbeitungstheorien; Bern
- BRUCKER, A. (2006): Luft- und Satellitenbilder (Kap.6.3); In: Haubrich, H. [Hrsg.] (2006): Geographie unterrichten lernen, München; S.178-179
- BÜHNER, M. (2004): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, München
- CASSIDY, S. & EACHUS, P. (2002): Developing the Computer User Self-Efficacy (CUSE) Scale. Investigating the Relationship between Computer Self-Efficacy, Gender and Experience with Computers. Journal of Educational Computing Research, Vol. 26(2), S. 133-153.
- COHEN, J. (1988): Statistical power analysis for behavior sciences, Hillsdale, New York
- DARGE, K. & WAGNER, C. (2003): Adaption in der Adoleszenz. Berlin
- DECI, E. L.; RYAN, R. M. (2002): Ovierview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective; In: DECI, E. L.; RYAN, R. M. (EDS.): Handbook of self-determination research (pp 3-33); Rochester
- DECI, E. L., RYAN, R.M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik, 39, 223-228

- DECI, E. L., VALLERAND, R.J., PELLETIER, L.G. & RYAN, R. M. (1991): Motivation and education: The self-determination perspective. In: *Educational Psychologist*, 26; S. 325-346
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE (DGFG) (2007), Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss – mit Aufgabenbeispielen
- DGFG – DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE [Hrsg.] (2007): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss, Berlin
- DICKHÄUSER, O., SCHÖNE C., SPINATH, B.; STIENSMEIER-PELSTER, J. (2002): Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept; In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23 (4); S. 393-405
- DITTER, R., MICHEL, U., SIEGMUND, A. (2012)a: Neue Medien - Möglichkeiten und Grenzen.; In: HAVERSATH, J.-B. [Hrsg.]: *Geographiedidaktik: Theorie - Themen - Forschung.*, Braunschweig, S. 214-235
- DITTER, R., KOLLAR, I., SIEGMUND, A. (GEB. WOLF), SIEGMUND, A. (2012)b: Potenziale des Satellitenbild-Einsatzes im Unterricht - Ergebnisse aktueller fachdidaktischer Forschung.; In: *Geographie und Schule*, H. 198
- DITTER, R., HASPEL, M. JAHN, M., KOLLAR, I., SIEGMUND, A. (GEB. WOLF), VIEHRIG, K., VOLZ, D., SIEGMUND, A. (2012)c, GeoSpatial Technologies in school – theoretical concept and practical implementation., In: *International Journal of Data Mining, Modelling and Management (IJDMMM): FutureGIS: Riding the Wave of a Growing Geospatial Technology Literate Society*; Vol. X
- DITTER, R./ SIEGMUND, A. (2012)a: Mit „BLIF“ dem Braunkohlebagger auf der Spur; In: *Geographie und Schule*; Heft 198 (8/2012).
- DITTER, R./ SIEGMUND, A. (2012)b: Der Einsatz von „BLIF“ in einem zeitgemäßen Geographieunterricht oder – ein (Satelliten-) Bild sagt mehr als 1024 Worte; In: HÜTTERMANN, A. et. al.(Hrsg.): *Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht. Geographiedidaktische Forschungen Bd.49.* Braunschweig: Westermann, S. 269-280
- DITTER, R (2011): Mit BLIF einen Wassernutzungskonflikt erforschen; In: *Praxis Geographie* 11/2011; S.24-29
- DITTER, R /JAHN, M./ HASPEL, M./ SIEGMUND, A. (2010)a: Tagebau im Satellitenbild; In: *Praxis Geographie* 07/2010; S.42-45
- DITTER, R., JACOBS, C. SIEGMUND, A., WOLFF, R. (2010)b, BLIF: A Remote Sensing Web Application for Competence Oriented School Education.; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (HRSG.): *Learning with Geoinformation V*; S.171-180
- DITTER, R./ SIEGMUND, A. (2010): Blickpunkt Fernerkundung (BLIF)- webbasierte Software zum Einsatz von Satellitenbildern in der Schule; In: *Heidelberger Geographische Gesellschaft Bd.23*; S.95-97
- DOLL, J. & PRENZEL, M. [Hrsg.] (2004): *Bildungsqualität von Schule (BIQUA)*; Münster
- DONERT, K. (Hrsg.) (2010): *Using GeoInformation in European Geography education.* Societa Geographica Italiana
- DUIT, R. (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung; In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41/6
- DUTTKE, F.-W. (1999): Entwicklung eines Programms zur Darstellung und Bearbeitung von LANDSAT- Und NOAA/AVHRR Bildern., In: BLUDAU-HARY, A., BACHMANN, M., STEINBORN, W. (HRSG.): *Erderkundung leichtgemacht. Ein Ratgeber für Satellitendirekttempfang und Bildauswertung als neues Medium im fächerübergreifenden Unterricht*, Gotha.
- EDELMANN, W. (2000): *Lernpsychologie*, Weinheim.

- ENGELN, K. (2005): Schülerlabors : authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken; Berlin
- ERTMER, P. A., EVENBECK, E., CENNAMO, K. S., & LEHMAN, J. D. (1994): Enhancing self-efficacy for computer technologies through the use of positive classroom experiences. *Educational Technology Research and Development*, 42(3), S. 45-62.
- FLATH, M.: (2012): Mit Methoden den Individuen näher kommen.; In: HAVERSATH, J.-B. [Hrsg.]: *Geographiedidaktik: Theorie - Themen - Forschung.*, Braunschweig, S. 250-258.
- FRÖDERT, DANA (2011): Blickpunkt Fernerkundung (BLIF) – Evaluation einer webbasierten Fernerkundungssoftware für den schulischen Einsatz., Magisterarbeit
- GERBER, W., REUSCHENBACH, M. (2005): Fernerkundung im Unterricht. In: *Geographie heute*, 26 (235), S. 2–9.
- GERSTENMAIER, J.; MANDL, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive; In: *Zeitschrift für Pädagogik* 41/6
- GERTSEN PEDERSEN, SANYA; MALMBERG, PER; CHRISTENSEN J, ALLAN; PEDERSEN, MARIANNE; NIPPER, SOREN; DUELUND GRÆM, CHRISTIAN; NORRGÅRD, JOAKIM (2006): *E-learning Nordic 2006. Impact of ICT on education.* Kopenhagen: Ramboll Management
- GLIEM, J. A. & GLIEM, R. R. (2003): Calculating, interpreting and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education. (<http://www.alumni-osu.org/midwest/midwest%20papers/Gliem%20&%20Gliem--Done.pdf>; 15.08.2011)
- GOETZKE, R., HODAM, H. & VOß, K. (2008): Dem Unsichtbaren auf der Spur: was sieht ein Satellit? In: *Lehrer online*, abrufbar unter: <http://www.lehrer-online.de/reflexion-absorption.php>
- GREVE, W. (2000). Psychologie des Selbst? Konturen eines Forschungsthemas. In: GREVE, W. (Hrsg.), *Psychologie des Selbst* (S. 15-39). Weinheim: Beltz.
- GUDJONS, H. (2008): *Pädagogisches Grundwissen: Überblick - Kompendium – Studienbuch*; Bad Heilbrunn
- HANSFORD, B. C., HATTIE J. A. (1982): The Relationship Between Self and Achievement/Performance Measures. *Review of Educational Research*, Vol. 52, No.1, S. 123 -142
- HARRISON, A. W., RAINER, R. K. (1992): The influence of individual differences on skill in end-user computing. *Journal of Management Information Systems*, 9(1), 93–111.
- HASSENPLUG, W. (1996), Satellitenbilder im Erdkundeunterricht. In: *Geographie heute* 137, S.4-11
- HATTIE, J. A. C. (2009): *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement.* Oxon: Routledge.
- HAUBRICH, H. [Hrsg.] (2006): *Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret.*, München / Düsseldorf / Stuttgart
- HATTIE, J. A. C. (2012). *Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning.* Oxon: Routledge.
- HECKHAUSEN, H. (1974): *Leistung und Chancengleichheit.* Göttingen: Hogrefe.
- KOHLMANN, C.-W., ESCHENBECK, H., HEIM-DREGER, U., ALBRECHT, H., HOLE, V., WEBER, A. (2005): Entwicklung und Validierung einer Skala zur Erfassung computerbezogener Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE-C). In: RENNER, K.-H., SCHÜTZ, A., MACHILEK, F. (Hrsg.), *Internet und Persönlichkeit* (S.11–23). Göttingen: Hogrefe.
- HEMMER, I., HEMMER, M. (2010): Interesse von Schülerinnen und Schülern an einzelnen Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographiunterricht., In: Hemmer, I., Hemmer,

- M. (Hrsg.): Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts, Band 46, S.65-145
- HEMMER, I., HEMMER, M. (2002a): Mit Interesse lernen. Schülerinteresse und Geographieunterricht. In: Geographie heute, Jg. H. 202, S. S. 2-7.
- HEMMER, I., HEMMER, M. (2002b). Wie kann ich meinen Unterricht für Schüler interessanter gestalten? Bausteine eines interesseorientierten und interesseunterstützenden Unterrichts. Geographie heute(202), S. 8-9.
- HEMMER, I., HEMMER, M. (2002c). Wie kann ich die Interessen meiner Schüler ermitteln? Geographie heute(202), S. 10-12.
- HERZIG, BARDO UND GRAFE SILKE (2006): Digitale Medien in der Schule; Standortbestimmungen und Handlungsempfehlungen für die Zukunft.
- HIEBER, U., LENZ, T. (2007): Bilder lesen lernen - Neue Impulse für den Aufbau einer geographischen Basiskompetenz., In: Geographie heute, 28 (253), S. 2–11.
- HOFFER, M. (2004): Qualitätsverbesserung durch Förderung auf Schülerebene, Einleitung: In: Prenzel, M. & Doll, J. [Hrsg.]: Bildungsqualität von Schule; Münster
- HÖHNLE, S., SCHUBERT, J. C., UPHUES, R. (2011): Barriers to GI(S) Use in Schools – A Comparison of International Empirical Results.; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (HRSG.): Learning with GI 2011; S.124-133
- HÖHNLE, S., SCHUBERT, J. C., UPHUES, R. (2010): The Frequency of GIS (S) Use in Geography Classroom – Results of An Empirical Study in German Secondary Schools.; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (HRSG.): Learning with Geoinformation V; S.148-159
- JANSSEN, J.; LAATZ, W. (2007): Statistische Datenanalysen mit SPSS für Windows; Springer-Verlag Berlin, Heidelberg
- JÜRGENS, C., 2003: Geo-Fernerkundung- was ist das? Praxis Geographie, 3/2003; S.4-7.
- KLAFKI, W. (2007): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik; Weinheim
- KLEIN, U. (2008): Geomedienkompetenz - Untersuchung zur Akzeptanz und Anwendung von Geomedien im Geographieunterricht unter besonderer Berücksichtigung moderner Informations- und Kommunikationstechniken; Kiel
- KLIEME, ECKHART; ARTLET, CORDULA; HARTIG, JOHANNES; JUDE NINA; KÖLLER OLAF, PRENZEL, MANFRED; SCHNEIDER, WOLFGANG UND STANAT PETRA (HRSG.) (2010): PISA 2009, Bilanz nach einem Jahrzehnt.; Waxmann Münster/New York/München/Berlin;
http://pisa.dipf.de/de/de/pisa-2009/ergebnisberichte/PISA_2009_Bilanz_nach_einem_Jahrzehnt.pdf
- KÖCK, H. [Hrsg.] (2007): Konstruktivismus. In: Geographie und Schule, 168 (8)
- KÖCK, H. (2005): Räumliches Denken. In: Praxis Geographie, 35 (7-8), S. 62–64.
- KOLLAR, I. (2012): Die Satellitenbild-Lesekompetenz. Empirische Überprüfung eines theoriegeleiteten Kompetenzstrukturmodells für das „Lesen“ von Satellitenbildern., Dissertation
- KÖLLER, O.; DANIEL, Z. SCHNABEL, K.; BAUMERT, J. (2000): Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachsspezifischem Selbstkonzept und Interesse; Zeitschrift für Pädagogische Psychologie; 14, 26-37
- KÖLLER, O. & MÖLLER, J. (2007): Diagnostizieren und evaluieren in der Schule: Praxis empirischer Bildungsforschung; Oldenbourg
- KRAPP, A. (2010): Die Bedeutung von Interesse für die Lernmotivation und das schulische Lernen- eine Einführung., In: Hemmer, I., Hemmer, M. (Hrsg.): Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts, Band 45, S.9-26

- LABUDDE, P. (2000): Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II; Bern
- LINDNER-FALLY, M., JEKEL, T. (2011): digital:erath:at – Implementing the Digital Earth Vision for Education at a National Level.; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (HRSG.): Learning with GI 2011; S.90-99
- MABE, P. A. & WEST, S. G. (1982): Validity of self-evaluation of ability: A review and meta-analysis; In: Journal of Applied Psychology, 67, S.280-296
- MARSH, H. W. (1992): Content specificity of relations between academic achievement and academic self-concept. Journal of Educational Psychology, 84, S.35–42.
- MARSH, H. W. (1986): Verbal and math self-concepts: An internal/external frame of reference model. American Educational Research Journal, 23, S.129–149.
- MARX J. (2007): Motivationale Aspekte beim E-Learning, Saarbrücken
- MEIER KRUKER, V., RAUH, J. (2005): Arbeitsmethoden der Humangeographie. Darmstadt
- MEYER, W.-U. (1984): Das Konzept von der eigenen Begabung. Bern: Hans Huber.
- MICHEL, U., SIEGMUND, A., VOLZ, D. (2011): Digitale Revolution im Klassenzimmer?! Potenziale digitaler Geomedien für einen zeitgemäßen Unterricht., In: Praxis Geographie, H. 11, S. 4 - 9
- MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT: *Bildungsplan Allgemein bildendes Gymnasium*. Stuttgart: 2004.
- MINISTERIUM FÜR KULTUS JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG: *Bildungsplan für die Realschule*. Stuttgart: 2004
- MIURA, I. T. (1987): The relationship of computer self-efficacy expectations to computer interest and course enrollment in college. Sex Roles, 16(5/6), 303–311
- MÖLLER, J., KÖLLER, O. (2004): Die Genese akademischer Selbstkonzepte: Effekte dimensionaler und sozialer Vergleiche. In: *Psychologische Rundschau*, 55, S. 19-27.
- MÖLLER, J.; KÖLLER, O. (2004): Die Genese akademischer Selbstkonzepte: Effekte dimensionaler und sozialer Vergleiche; *Psychologische Rundschau*, 55, 19-27
- MÜLLER, F.H., HANSSTINGL, B. & ANDREITZ, I. (2007): Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern; In: Wissenschaftliche Beiträge aus dem Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung (IUS)
- MURPHY, C. A., COOVER, D., OWEN, S. V. (1989): Development and validation of the computer self-efficacy scale. Educational and Psychological Measurement, 49, S.893–899.
- NAUMANN, S., SIEGMUND, A., DITTER, R., HASPEL, M., KOLLAR, I. & SIEGMUND, A. (2009), Satellitenbilder in der Schule – von der Theorie zur praktischen Anwendung. In: SEYFERT, H. (Hrsg.), DGPF- annual conference, Basel, Vol.18: 41-50.
- National Council for Geographic Education, Geography for Life, 2nd Edition; National Geography Standards, Draft Version June 12, 2009
- PRENZEL, M (2008): Vertiefende Analyse zu PISA 2006; Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft 10/2008
- OBERMAIER, G. (1997): Strukturen und Entwicklung des geographischen Interesses von Gymnasialschülern in der Unterstufe -- eine bayernweite Untersuchung. In: Münchner Studien zur Didaktik der Geographie 9; München
- OECD (2011), *PISA 2009 Results: Students on Line: Digital Technologies and Performance (Volume VI)* <http://dx.doi.org/10.1787/9789264112995-en>
- RAITHEL, J. (2006): Quantitative Forschung ; Wiesbaden
- RASCH, B.; FRIESE, M; HOFMAN, W.; NAUMANN, E. (2010): Quantitative Methoden 1, Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler; Heidelberg

- RASCH, B.; FRIESE, M.; HOFMAN, W.; NAUMANN, E. (2010): Quantitative Methoden 2, Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler; Heidelberg
- REICH, K (1998): Thesen zur konstruktivistischen Didaktik; In: Pädagogik 7-8/1998
- REMPFLER, A (2007): Moderater Konstruktivismus im Geographieunterricht; In: Geographie und Schule; Heft 168; 08/2007; S29-35
- REUSCHENBACH, M. (2007): Entwicklung und Realisierung eines Konzeptes zur verstärkten Integration der Fernerkundung, insbesondere von Luft- und Satellitenbildern in den Geographieunterricht. Zürich.
- REUSCHENBACH, M. (2009): Luft- und Satellitenbilder. In: Geographie heute, 30 (271/272), S. 54–56.
- RHEINBERG, F. (2004): Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. Potsdam; <http://www.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/files/Intrinsische-Motivation.pdf>
- RHEINBERG, F., VOLLMEYER, R. & BURNS, B.D. (2001): FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen, In: *Diagnostica*, 47, S. 57-66
- RIEDEL, A.: Virtuelle Globen in der Geovisualisierung. Untersuchungen zum Einsatz von Multimediatechniken in der Geopräsentation. Wien 2000. Dissertation
- RIEDEL, A.: Entwicklungsgeschichte digitaler Globen. - In: Wawrik, F. (Hrsg.): Internationale Coronelli-Gesellschaft für Globen- u. Instrumentenkunde: Der Globusfreund 57/58, Wien 2011, 153-166.
- RIEMEIER, T. (2007), Moderater Konstruktivismus. In: KRÜGER, D. & VOGT, H. (Hrsg.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung.
- RINSCHADE, G. [HRSG.] (2005): Geographiedidaktik; Paderborn
- ROSEEU, R. (2004): Digitale Satellitenbilder. – In: SCHLEICHER, Y. (Hrsg.): Computer, Internet & Co. Im Erdkundeunterricht. Berlin, S. 159-187.
- RÖMPP, G. (2005): Husserls Phänomenologie, Wiesbaden
- ROOSAARE, J., AUNAP, R., LIIBER, Ü, MOISJA, K., OJA, T. (2011): Designing a Geoinformatics Course for Secondary Schools – A Conceptual Framework.; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (HRSG.): Learning with GI 2011; S.138-143
- ROSEEU, R. (2004): Digitale Satellitenbilder; In: Schleicher, Y. [Hrsg.] (2004): Computer, Internet & Co. im Erdkunde-Unterricht; Berlin; S.159-187
- ROST, D.H. (2007): Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien, Weinheim
- ROST, D. H.; SPARFELDT, J. R.; SCHILLING, SUSANNE R. (2007): Differentielles Schulisches Selbstkonzept-Gitter mit Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten; Göttingen
- ROST, D.H., DICKHÄUSER, O., SPARFELDT, J.R. & SCHILLING, S.R. (2004). Fachspezifische Selbstkonzepte und Schulleistungen im dimensional Vergleich – Eine versuchsplanerische Überprüfung des I/E-Modells. Pädagogische Psychologie, 18, 43-52
- ROST, D.H. AND SPARFELDT, J.R. (2002): Facetten des schulischen Selbstkonzepts. Ein Verfahren zur Messung des differentiellen Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten (DISK-Gitter). Diagnostica, 48, S.130-140.
- ROST, D. H., LAMSFUß, S. (1992): Entwicklung und Erprobung einer ökonomischen Skala zur Erfassung des Selbstkonzepts schulischer Leistungen und Fähigkeiten (SKSLF). Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 6, S.239–250.

- RYAN, R. M. & CONNELL, J.P. (1989): Perceived Locus of Causality and Internalization: Examining Reasons for Acting in Two Domains; *Journal of Personality and Social Psychology*, 57 (5), S. 749-761
- SCHENDERA, C.F.G. (2010): Clusteranalyse mit SPSS; Oldenbourg Wissenschaftsverlag; München
- SCHIEFELE, U. (1996): Motivation und Lernen mit Texten. Göttingen: Hogrefe
- SCHÖNE, C.; DICKHÄUSER, O; SPINATH, B. & STIENSMEIER-PELSTER, J. (2003): Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung; In: Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept, erschienen in: Tests und Trends : Jahrbuch der pädagogisch-psychologischen Diagnostik; Göttingen
- SCHÖNE, C.; DICKHÄUSER, O; SPINATH, B. & STIENSMEIER-PELSTER, J. (2002): SESSKO – Skalen zur Erfassung des schulischen Selbstkonzeptes; Manual; Göttingen
- SCHÖNECK, N M.; VOß, W. (2005): Das Forschungsprojekt. Planung, Durchführung und Auswertung einer quantitativen Studie; Wiesbaden, VS Verlag
- SCHUBERT, J.C., BARTOSCHEK, T. (2010): Geoinformation im Geographieunterricht – Konzeption eines fachdidaktischen Seminars an der Universität Münster; In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOLGER, R. (Hrsg.): Learning with Geoinformation V; S.128-138
- SCHULZ-ZANDER, R. (2003): Nationale Ergebnisse der internationalen IEA-Studie – SITES Modul2; Dortmund http://www.ifs-dortmund.de/files/Projekte/sitesm2/sites_m2_national.pdf
- SCHULZ-ZANDER, R., TULODZIECKI, G. (2009): Pädagogische Grundlagen für das Online-Lernen. – In: ISSING, L. J., KLIMSA, P. (Hrsg.): Online-Lernen. München, S. 35-45
- SCHWEIZER, K., HORN, M. (2010): Der Umgang mit Alltagsvorstellungen zu geographischen Begriffen – welchen Einfluss haben personale Faktoren von Lehramtsstudierenden der Geographie auf den Prozess der Konzeptveränderungen? In: REINFRIED, S. (Hrsg.): Schülervorstellungen und geographisches Lernen – Aktuelle Conceptual-Change-Forschung und Stand der theoretischen Diskussion. Berlin, S.189-211.
- SIEGMUND, A. (GEB. WOLF) (2011): Satellitenbilder im Unterricht - eine Ländervergleichsstudie zur Ableitung fernerkundungsdidaktischer Grundsätze., Dissertation
- SIEGMUND, A. (GEB. WOLF), SIEGMUND, A., KOLLAR, I. (2008), Remote Sensing in Schools - From an empirical study and a theoretical concept to first applications. In: REUTER, R. (Hrsg.): EARSel eProceedings, Istanbul, Turkey.
- SIEGMUND, A. / WOLF, A. (2006): Satellitenbilder im Unterricht – eine internationale Vergleichsstudie zum schulischen Fernerkundungseinsatz. In: Michel, U / Behncke, K (Hrsg.): Veröffentlichungen des AK Fernerkundung 2006, Osnabrück, S. 137-148
- SIEGMUND, A., MENZ, G. (2005): Fernes nah gebracht – Satelliten- und Luftbildeinsatz zur Analyse von Umweltveränderungen im Geographieunterricht. In: Geographie & Schule, 27. Jg., H. 154, S. 2-10
- SKAALVIK, E. M., VALAS, H. (1999): Relations among achievement, self-concept and motivation in mathematics and language arts. A longitudinal study. *Journal of Experimental Education*, 67, S. 135–149
- SPANNAGEL, C., BESCHERER, C. (2009): Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics - Section A: Concepts and Techniques* 5(1), S.23-43.
- SPARFELDT, J. R., SCHILLING, S. R., ROST, D. H. & MÜLLER, C. (2003): Bezugsnormorientierte Selbstkonzepte? Zur Eignung der SESSKO. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 24 (4), S. 325–335.

- SPINATH, B., STIENSMEIER-PELSTER, J. (2000): Zielorientierung und Leistung: Die Rolle des Selbstkonzepts eigener Fähigkeiten., In: METZ-GÖCKEL, H., HANNOVER, B., LEFFELSEND, S. (Hrsg.), *Selbst, Motivation und Emotion* (S. 44-55). Berlin: Logos
- SPINATH, B., STIENSMEIER-PELSTER, J., SCHÖNE, C., DICKHÄUSER, O. (2002): Skalen zur Erfassung der Lern- und Leistungsmotivation (SELLMO). *Diagnostica*, 51, Heft 4, Göttingen, S.207–214
- REINFRIED, S. (2006): Interessen, Vorwissen, Fähigkeiten und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern berücksichtigen; In: Haubrich, H. [Hrsg.] (2006): *Geographie unterrichten lernen*, Kap.3; München
- STADTFELD, P. (2004): *Allgemeine Didaktik und Neue Medien. Der Einfluss der Neuen Medien auf didaktische Theorie und Praxis*. Bad Heilbrunn
- TIEM, M. (2005): Fernerkundung; In: *Geographie heute*, (235), S.1
- UHLENWINKEL, A. (2012): Binnendifferenzierung., In: HAVERSATH, J.-B. [Hrsg.]: *Geographiedidaktik: Theorie - Themen - Forschung*, Braunschweig, S. 330-343
- UNTERSTEIN, H. (2007): *Statistik - Datenauswertung mit Exel und SPSS*; Wien
- VANKAN, L. (HRSG.); ROHWEDER, G., SCHULER, S. (2007), *Diercke Methoden - Denken Lernen mit Geographie*.
- VOGT, H. (2007): Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In: KRÜGER, D.; VOGT, H.: *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, Berlin, S.9-20.
- VOß, K., HODAM, H., GOETZKE, R. (2010): *Feuerspuren im Satellitenbild - Mit Fernerkundung die Bewertungskompetenz stärken.*, In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K., VOGLER, R.: *Lernen mit Geoinformationen IV*, S. 171-181
- VOß, K., SIEGMUND, A., KOLLAR, I. (2009), *Faszination Satellitenbilder – Einsatzmöglichkeiten und Konzepte für den Schulunterricht.*: In: JEKEL, T., KOLLER, A., DONERT, K. (HRSG.), *Lernen mit Geoinformationen IV*, 174-177.
- VOß, K., GOETZKE, R. & HODAM, H. (2008), *Wie wird das Thema „Fernerkundung“ im Unterricht angenommen? – Erste Ergebnisse einer Fallstudie.*, In: JEKEL, T., KOLLER, A., STROBL, J. (Hrsg.): *Lernen mit Geoinformationen III*. S. 8-14.
- VOß, K., HODAM, H. & R. GOETZKE (2008): *Pixel auf Abwegen. Unterrichtseinheit zur Integration des Themas Fernerkundung in den Mathematikunterricht*. In: Jekel, Koller & Strobl (Hrsg.): *Lernen mit Geoinformationen III*. S.132-141
- VOß, K., GOETZKE, R. & F THIERFELDT (2007): *Integration von Fernerkundung im Schulunterricht*. In: *Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V (DGPF)*, Bd. 16, S. 41-50
- WAGENSCHNIG, M. (2005): *Verstehen lehren: genetisch - sokratisch – exemplarisch*; Weinheim
- WICHMANN, J. (Hrsg.) (2010): *Zwölf Unterrichtsmethoden – Vielfalt für die Praxis.*, Weinheim
- WOLF, A., KOLLAR, I., SIEGMUND, A. (2008): *Faszination Fernerkundung: Satellitenbildeinsatz im Unterricht*. In: *Praxis Geographie* 04/2008, S. 44-46
- ZAHAVI, D. (2007): *Phänomenologie für Einsteiger*; Paderborn

Anhang

A Tabellenverzeichnis im Anhang

Tab. A 1: Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsteilnehmer.....	204
Tab. A 2: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest zu den Roh-Items der Skala „Motivation“ ..	2054
Tab. A 3: Skalenstatistik zur motivationalen Regulation (Baselinetest t_0).....	206
Tab. A 4: Skalenstatistik zur motivationalen Regulation (Posttest t_1)	207
Tab. A 5: Korrelationsmatrix der Items zur Erfassung der motivationalen Regulationsstile	209
Tab. A 6: KMO- und Bartlett-Test basierend auf den Items PB1-PB17 der Tab. A4.....	209
Tab. A 7: Anti-Image-Matrize (Korrelation)	210
Tab. A 8: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Erklärte Gesamtvarianz“ bei vier-faktorieller Lösung.....	211
Tab. A 9: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Erklärte Gesamtvarianz“ bei drei-faktorieller Lösung.....	211
Tab. A 10: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Rotierte Komponentenmatrix“	212
Tab. A 11: Zusammenstellung Reliabilitätskoeffizienten zur Schätzung der inneren Konsistenz der Faktoren	212
Tab. A 12: Skalenstatistik zum geographischen Selbstkonzept basierend auf einem Mittelwert-Vergleich	213
Tab. A 13: KMO- und Bartlett-Test basierend auf den Items C2-C18 der Tab. 11	214
Tab. A 14: Anti-Image-Matrize (Korrelation)	214
Tab. A 15: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Erklärte Gesamtvarianz“	215
Tab. A 16: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Rotierte Komponentenmatrix“	216
Tab. A 17: Skalenstatistik zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer basierend auf einem Mittelwert-Vergleich	216
Tab. A 18: Korrelationsmatrix der Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer	217
Tab. A 19: Item-Skala-Statistiken zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer.....	217
Tab. A 20: Skalenstatistik zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern basierend auf einem Mittelwert- Vergleich	218
Tab. A 21: Korrelationsmatrix der Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern	219
Tab. A 22: Item-Skala-Statistiken zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern ...	219
Tab. A 23: Statistische Kennwerte der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Alter	219
Tab. A 24: Korrelation der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Alter.....	220
Tab. A 25: Veränderung des SDI von t_0 nach t_1 , differenziert nach Alter.....	220
Tab. A 26: Statistische Kennwerte der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Schulart	221
Tab. A 27: Korrelation der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Schulart	221
Tab. A 28: Veränderung des SDI von t_0 nach t_1 , differenziert nach Schulart	221

Tab. A 29: Bivariate Korrelationen der ausgewählten Cluster-Prädiktoren.....	222
Tab. A 30: Zuordnungsübersicht der Hierarchischen Clusteranalyse.....	223
Tab. A 31: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 1).....	224
Tab. A 32: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 2).....	224
Tab. A 33: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 3).....	224
Tab. A 34: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 4).....	225

B Auswertungsergebnisse der Hauptstudie

Alter	Anzahl	Anteil in %
Gültig	11	0,3
	12	11,2
	13	23,9
	14	15,5
	15	18,0
	16	17,4
	17	2,8
	18	5,6
	Gesamt	305
	Fehlend	17
	Gesamt	322
Mittelwert (Alter)	14,38	
Männlich (gültig)	161	52,8
weiblich (gültig)	144	47,2

Tab. A 1: Alters- und Geschlechtsverteilung der Untersuchungsteilnehmer

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest								
	N	Parameter der Normalverteilung ^{a,b}		Extremste Differenzen			Kolmogorov-Smirnov-Z	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Absolut	Positiv	Negativ		
PB 1	273	3,333	0,929	0,212	0,212	-0,202	3,496	0,000
PB 2	273	2,205	1,148	0,219	0,219	-0,147	3,623	0,000
PB 3	272	2,346	1,034	0,234	0,234	-0,148	3,857	0,000
PB 4	272	1,283	0,685	0,465	0,465	-0,340	7,676	0,000
PB 5	273	3,352	0,971	0,202	0,187	-0,202	3,340	0,000
PB 6	273	1,711	0,928	0,313	0,313	-0,222	5,171	0,000
PB 7	272	2,603	1,099	0,201	0,201	-0,148	3,316	0,000
PB 8	273	1,806	1,103	0,306	0,306	-0,232	5,056	0,000
PB 9	271	2,886	1,108	0,213	0,182	-0,213	3,502	0,000
PB 10	272	1,853	1,009	0,268	0,268	-0,199	4,418	0,000
PB 11	273	2,484	1,078	0,208	0,208	-0,149	3,435	0,000
PB 12	273	2,348	1,216	0,200	0,200	-0,155	3,298	0,000
PB 13	272	2,809	1,049	0,194	0,170	-0,194	3,194	0,000
PB 14	273	1,652	0,981	0,359	0,359	-0,253	5,924	0,000
PB 15	271	2,930	1,054	0,202	0,186	-0,202	3,322	0,000
PB 16	270	2,641	1,211	0,161	0,157	-0,161	2,648	0,000
PB 17	274	2,693	1,093	0,179	0,179	-0,169	2,958	0,000

Tab. A 2: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest zu den Roh-Items der Skala „Motivation“

Skalenstatistik zur motivationalen Regulation (Baselinetest t_0) ⁹									
	N		Mittelwert (m)	σ_m ¹⁰	Median (Md)	Standardabweichung (s)	Schiefe	Cronbachs α	MIC ¹¹
	gültig	Fehlend							
Ich arbeite und lerne mit Satellitenbildern...									
Intrinsische Regulation	205 264*	91	2,88	0,052*	2,80*	1,102	-0,057*	0,851	0,535
...weil es mir Spaß macht damit zu arbeiten. (Item B 1)	231	65	3,02	0,068	3,00	1,028	-0,092		
... weil ich neue Dinge lernen möchte. (Item B 5)	263	33	3,46	0,067	4,00	1,094	-0,585		
... weil ich es genieße, mich mit diesen Bildern „von oben“ auseinanderzusetzen. (Item B 9)	257	39	2,75	0,075	3,00	1,198	0,154		
... weil ich gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern löse (Item B 13)	248	48	2,57	0,068	2,00	1,070	0,460		
... weil ich gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nachdenke. (Item B 17)	247	49	2,60	0,070	3,00	1,103	0,241		
Identifizierte Regulation	224 264*	72 32*	2,622	0,052*	2,75*	1,090	0,111*	0,755	0,440
... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können (z.B. Schule, Lehre oder Studium). (Item B 3)	246	50	2,32	0,076	2,00	1,184	0,649		
... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe. (Item B 7)	255	41	2,62	0,072	3,00	1,158	0,330		
... weil ich mit dem Wissen in diesem Bereich später einen besseren Job bekommen kann. (Item B 11)	245	51	2,42	0,064	2,00	1,004	0,295		
... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann. (Item B 15)	252	44	3,14	0,065	3,00	1,035	-0,246		
Introjierte Regulation	239 264*	57 32*	1,803	0,043*	1,75*	0,984	0,868*	0,661	0,340
... weil ich möchte, dass mein/e Lehrer/in denkt, ich bin ein/e gute/r Schüler/in. (Item B 2)	252	44	2,35	0,078	2,00	1,233	0,625		
... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich mich zu wenig mit den Bildern beschäftigen würde. (Item B 6)	260	36	1,77	0,060	2,00	0,974	1,404		
... weil ich möchte, dass die anderen Schüler/innen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin. (Item B 10)	259	37	1,63	0,054	1,00	0,864	1,450		
... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde. (Item B 14)	252	44	1,51	0,054	1,00	0,858	1,886		
Externale Regulation	234 266*	62 30*	2,075	0,047*	2,00*	1,113	0,594*	0,614	0,270
... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme. (Item B 4)	258	38	1,25	0,040	1,00	0,649	3,501		
... weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme. (Item B 8)	250	46	1,82	0,073	1,00	1,148	1,457		
... weil ich sonst schlechte Noten bekomme. (Item B 12)	256	40	2,55	0,082	2,00	1,319	0,353		
... weil ich es einfach lernen muss. (Item B 16)	260	36	2,76	0,076	3,00	1,223	0,210		

Basierend auf der Reliabilitätsanalyse mit SPSS; die mit einem *-gekennzeichneten Daten wurden über einen Mittelwerte-Vergleich erstellt und beziehen sich auf eine größere Fallzahl.

Tab. A 3: Skalenstatistik zur motivationalen Regulation (Baselinetest t_0)

⁹ Veränderte und angepasste Items aus: Müller, F.; Hanfstingl, H.; Andreitz, J. (2007): Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülern und Schülerinnen; Institut für Schul- und Unterrichtsentwicklung (IUS); Alpen-Adria-Universität Klagenfurt

(Adaptierte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell (1989)

Die Items B2, B3, B4, B5, B8, B10, B12, B14, B15, B16 wurden unverändert übernommen und auf den fachspezifischen Kontext „Lernen und Arbeiten mit Satellitenbildern“ bezogen.

¹⁰ Standardfehler des Mittelwertes

¹¹ Mittlere Inter-Item-Korrelation

Skalenstatistik zur motivationalen Regulation (Posttest t ₁) ¹²									
	N		Mittelwert (m)	σ_m	Median (Md)	Standardabweichung (s)	Schiefe	Cronbachs α	MIC
	gültig	Fehlend							
Ich arbeite und lerne mit Satellitenbildern...									
Intrinsische Regulation	268 274*	28 22*	3,01	0,049*	3,00*	1,0325	-0,009*	0,848	0,527
...weil es mir Spaß macht damit zu arbeiten. (Item PB 1)	273	23	3,33	0,056	3,00	0,929	-0,239		
... weil ich neue Dinge lernen möchte. (Item PB 5)	273	23	3,35	0,059	3,00	0,971	-0,317		
... weil ich es genieße, mich mit diesen Bildern „von oben“ auseinanderzusetzen. (Item PB 9)	271	25	2,87	0,067	3,00	1,108	-0,052		
... weil ich gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern löse. (Item PB 13)	272	24	2,81	0,064	3,00	1,049	0,022		
..... weil ich gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nachdenke. (Item PB 17)	274	22	2,69	0,066	3,00	1,093	0,243		
Identifizierte Regulation	266 264*	30 32*	2,570	0,054*	2,50*	1,063	0,318*	0,854	0,592
... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können (z.B. Schule, Lehre oder Studium). (Item PB 3)	272	24	2,346	0,063	2,00	1,034	0,521		
... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe. (Item PB 7)	272	24	2,603	0,067	3,00	1,099	0,282		
... weil ich mit dem Wissen in diesem Bereich später einen besseren Job bekommen kann. (Item PB 11)	273	23	2,484	0,065	2,00	1,078	0,327		
... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann. (Item PB 15)	271	25	2,930	0,064	3,00	1,054	-0,032		
Introjierte Regulation	269 264*	27 32*	1,862	0,046*	1,75*	1,022	1,004*	0,744	0,428
... weil ich möchte, dass mein/e Lehrer/in denkt, ich bin ein/e gute/r Schüler/in. (Item PB 2)	273	23	2,205	0,070	2,00	1,148	0,737		
... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich mich zu wenig mit den Bildern beschäftigen würde. (Item PB 6)	273	23	1,711	0,056	1,00	0,928	1,330		
... weil ich möchte, dass die anderen Schüler/innen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin. (Item PB 10)	272	24	1,853	0,061	2,00	1,009	1,210		
... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde. (Item PB 14)	273	23	1,652	0,059	1,00	0,981	1,544		
Externale Regulation	266 364	30 32*	2,020	0,046*	2,00*	1,077	0,650*	0,674	0,332
... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme. (Item PB 4)	272	24	1,283	0,042	1,00	0,685	3,038		
... weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme. (Item PB 8)	273	23	1,806	0,067	1,00	1,103	1,435		
... weil ich sonst schlechte Noten bekomme. (Item PB 12)	273	23	2,348	0,074	2,00	1,216	0,482		
... weil ich es einfach lernen muss. (Item PB 16)	270	26	2,641	0,074	3,00	1,211	0,250		

Basierend auf der Reliabilitätsanalyse mit SPSS; die mit einem *-gekennzeichneten Daten wurden über einen Mittelwerte Vergleich erstellt und beziehen sich auf eine größere Fallzahl.

Tab. A 4: Skalenstatistik zur motivationalen Regulation (Posttest t₁)

¹² Veränderte und angepasste Items aus: Müller, F.; Hanfstingl, H.; Andreitz, J. (2007): Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülern und Schülerinnen; Institut für Schul- und Unterrichtsentwicklung (IUS); Alpen-Adria-Universität Klagenfurt

(Adaptierte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell (1989))

Die Items PB2, PB3, PB4, PB5, PB8, PB10, PB12, PB14, PB15, PB16 wurden unverändert übernommen und auf den fachspezifischen Kontext „Lernen und Arbeiten mit Satellitenbildern“ bezogen.

Bivariate Korrelationen der Items zur motivationalen Regulation

		PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 7	PB 8	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12	PB 13	PB 14	PB 15	PB 16	PB 17
PB 1	Spearman-Rho	1,000	-0,021	0,138	-0,126	0,484**	0,019	0,149	-0,146	0,551**	0,088	0,218	-0,123	0,547**	0,087	0,329**	-0,206	0,388**
	Sig. (2-seitig)		0,725	0,023	0,039	0,000	0,752	0,014	0,016	0,000	0,147	0,000	0,043	0,000	0,154	0,000	0,001	0,000
	Pearson	1	-0,017	0,174**	-0,094	0,515**	0,027	0,157**	-0,180**	0,563**	0,103	0,227**	-0,148	0,557**	0,050	0,342**	-0,202**	0,407**
	Sig.(2-seitig)		0,783	0,004	0,121	0,000	0,652	0,010	0,003	0,000	0,090	0,000	0,015	0,000	0,409	0,000	0,001	0,000
	N	273	272	271	271	272	272	271	272	270	271	272	272	271	272	270	269	273
PB 2	Spearman-Rho	-0,021	1,000	0,223**	0,239**	-0,021	0,247**	0,142	0,364**	-0,008	0,526**	0,119	0,403**	-0,015	0,321**	0,071	0,304**	-0,007
	Sig. (2-seitig)	0,725		0,000	0,000	0,725	0,000	0,019	0,000	0,892	0,000	0,049	0,000	0,802	0,000	0,243	0,000	0,911
	Pearson	-0,017	1	0,219**	0,289**	-0,005	0,237**	0,167**	0,349**	0,006	0,540**	0,131*	0,425**	-0,010	0,316**	0,070	0,329**	-0,009
	Sig.(2-seitig)	0,783		0,000	0,000	0,930	0,000	0,006	0,000	0,927	0,000	0,031	0,000	0,870	0,000	0,250	0,000	0,886
	N	272	273	271	271	272	272	271	272	270	271	272	272	271	272	270	269	273
PB 3	Spearman-Rho	0,138	0,223**	1,000	0,232**	0,245**	0,300	0,611**	0,169	0,289**	0,361**	0,594**	0,232	0,296**	0,320**	0,470**	0,087	0,277**
	Sig. (2-seitig)	0,023	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,157	0,000
	Pearson	0,174**	0,219**	1	0,221**	0,272**	0,317**	0,638**	0,126	0,309**	0,325**	0,604**	0,218**	0,312**	0,288**	0,484**	0,070	0,281**
	Sig.(2-seitig)	0,004	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,251	0,000
	N	271	271	272	270	271	271	270	271	270	270	271	271	270	271	269	268	272
PB 4	Spearman-Rho	-0,126	0,239**	0,232**	1,000	-0,121	0,374**	0,130	0,327**	-0,027	0,291**	0,120	0,262**	0,033	0,344**	0,042	0,152**	0,109
	Sig. (2-seitig)	0,039	0,000	0,000		0,046	0,000	0,032	0,000	0,655	0,000	0,048	0,000	0,590	0,000	0,493	0,013	0,073
	Pearson	-0,094	0,289**	0,221**	1	-0,074	0,403**	0,126	0,254**	0,011	0,362**	0,108	0,255**	0,062	0,391**	0,062	0,181**	0,105
	Sig.(2-seitig)	0,121	0,000	0,000		0,222	0,000	0,039	0,000	0,859	0,000	0,076	0,000	0,307	0,000	0,308	0,003	0,083
	N	271	271	270	272	271	271	270	271	269	270	271	271	270	271	269	268	272
PB 5	Spearman-Rho	0,484**	-0,021	0,245**	-0,121	1,000	0,118	0,282**	-0,126	0,530**	0,064	0,312**	-0,004	0,467**	0,096	0,441**	-0,012	0,437**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,725	0,000	0,046		0,051	0,000	0,038	0,000	0,297	0,000	0,941	0,000	0,113	0,000	0,843	0,000
	Pearson	0,515**	-0,005	0,272**	-0,074	1	0,127	0,282**	-0,114	0,551**	0,059	0,302**	-0,024	0,471**	0,078	0,444**	-0,028	0,426**
	Sig.(2-seitig)	0,000	0,930	0,000	0,222		0,036	0,000	0,060	0,000	0,333	0,000	0,688	0,000	0,202	0,000	0,653	0,000
	N	272	272	271	271	273	272	272	272	271	271	272	272	271	272	270	269	273
PB 6	Spearman-Rho	0,019	0,247**	0,300	0,374**	0,118	1,000	0,323**	0,399**	0,171	0,447**	0,322**	0,306	0,218	0,522**	0,217	0,210	0,286
	Sig. (2-seitig)	0,752	0,000	0,000	0,000	0,051		0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
	Pearson	0,027	0,237**	0,317**	0,403**	0,127	1	0,349**	0,286**	0,180**	0,402**	0,313**	0,277**	0,198**	0,548**	0,254**	0,218**	0,270**
	Sig.(2-seitig)	0,652	0,000	0,000	0,000	0,036		0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	272	272	271	271	272	273	272	273	271	271	272	272	271	272	270	269	273
PB 7	Spearman-Rho	0,149	0,142	0,611**	0,130	0,282**	0,323**	1,000	0,217**	0,276**	0,290	0,688**	0,264	0,303**	0,248	0,536**	0,095	0,273**
	Sig. (2-seitig)	0,014	0,019	0,000	0,032	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,121	0,000
	Pearson	0,157**	0,167**	0,638**	0,126	0,282**	0,349**	1	0,166**	0,291**	0,248**	0,701**	0,247**	0,324**	0,242**	0,544**	0,096	0,302**
	Sig.(2-seitig)	0,010	0,006	0,000	0,039	0,000	0,000		0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,115	0,000
	N	271	271	270	270	272	272	272	272	271	270	271	271	270	271	269	268	272
PB 8	Spearman-Rho	-0,146	0,364**	0,169	0,327**	-0,126	0,399**	0,217**	1,000	-0,077	0,398	0,213	0,538**	0,024	0,343	0,055	0,302**	0,087
	Sig. (2-seitig)	0,016	0,000	0,005	0,000	0,038	0,000	0,000		0,207	0,000	0,000	0,000	0,691	0,000	0,370	0,000	0,149
	Pearson	-0,180**	0,349**	0,126	0,254**	-0,114	0,286**	0,166**	1	-0,085	0,311**	0,156**	0,508**	-0,006	0,264**	0,036	0,328**	0,060
	Sig.(2-seitig)	0,003	0,000	0,039	0,000	0,060	0,000	0,006		0,165	0,000	0,010	0,000	0,926	0,000	0,557	0,000	0,324
	N	272	272	271	271	272	273	272	273	271	271	272	272	271	272	270	269	273
PB 9	Spearman-Rho	0,551**	-0,008	0,289**	-0,027	0,530**	0,171	0,276**	-0,077	1,000	0,224	0,336**	-0,008	0,623**	0,173	0,390**	-0,033	0,481**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,892	0,000	0,655	0,000	0,005	0,000	0,207		0,000	0,000	0,891	0,000	0,004	0,000	0,590	0,000
	Pearson	0,563**	0,006	0,309**	0,011	0,551**	0,180	0,291**	-0,085	1	0,238**	0,345**	-0,001	0,633**	0,170**	0,408**	-0,030	0,480**
	Sig.(2-seitig)	0,000	0,927	0,000	0,859	0,000	0,003	0,000	0,165		0,000	0,000	0,988	0,000	0,005	0,000	0,629	0,000
	N	270	270	270	269	271	271	271	271	271	269	270	270	269	270	268	267	271
PB 10	Spearman-Rho	0,088	0,526**	0,361**	0,291	0,064	0,447**	0,290	0,398	0,224	1,000	0,307	0,467**	0,294	0,572**	0,176	0,181	0,250
	Sig. (2-seitig)	0,147	0,000	0,000	0,000	0,297	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,003	0,000
	Pearson	0,103	0,540**	0,325**	0,362**	0,059	0,402**	0,248**	0,311**	0,238**	1	0,270**	0,466**	0,307**	0,520**	0,151*	0,177**	0,235**
	Sig.(2-seitig)	0,090	0,000	0,000	0,000	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,004	0,000
	N	271	271	270	270	271	271	270	271	269	272	271	271	270	271	270	268	272

PB 11	Spearman-Rho	0,218	0,119	0,594	0,120	0,312	0,322	0,688	0,213	0,336	0,307	1,000	0,251	0,386	0,269	0,603	0,059	0,382
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,049	0,000	0,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,336	0,000
	Pearson	0,227	0,131	0,604	0,108	0,302	0,313	0,701	0,156	0,345	0,270	1	0,253	0,407	0,240	0,606	0,055	0,394
	Sig.(2-seitig) N	0,000 272	0,031 272	0,000 271	0,076 271	0,000 272	0,000 272	0,000 271	0,010 272	0,000 270	0,000 271	273	0,000 272	0,000 271	0,000 272	0,000 270	0,372 269	0,000 273
PB 12	Spearman-Rho	-0,123	0,403	0,232	0,262	-0,004	0,306	0,264	0,538	-0,008	0,467	0,251	1,000	0,088	0,385	0,120	0,465	0,180
	Sig. (2-seitig)	0,043	0,000	0,000	0,000	0,941	0,000	0,000	0,000	0,891	0,000	0,000		0,147	0,000	0,048	0,000	0,003
	Pearson	-0,148	0,425	0,218	0,255	-0,024	0,277	0,247	0,508	-0,001	0,466	0,253	1	0,073	0,357	0,115	0,472	0,168
	Sig.(2-seitig) N	0,015 272	0,000 272	0,000 271	0,000 271	0,688 272	0,000 272	0,000 271	0,000 272	0,988 270	0,000 271	0,000 272	273	0,233 271	0,000 272	0,059 270	0,000 269	0,005 273
PB 13	Spearman-Rho	0,547	-0,015	0,296	0,033	0,467	0,218	0,303	0,024	0,623	0,294	0,386	0,088	1,000	0,310	0,402	-0,053	0,671
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,802	0,000	0,590	0,000	0,000	0,000	0,691	0,000	0,000	0,000	0,147		0,000	0,000	0,387	0,000
	Pearson	0,557	-0,010	0,312	0,062	0,471	0,198	0,324	-0,006	0,633	0,307	0,407	0,073	1	0,282	0,407	-0,055	0,675
	Sig.(2-seitig) N	0,000 271	0,870 271	0,000 270	0,307 270	0,000 271	0,001 271	0,000 270	0,926 271	0,000 269	0,000 270	0,000 271	0,233 271	272	0,000 271	0,000 269	0,370 268	0,000 272
PB 14	Spearman-Rho	0,087	0,321	0,320	0,344	0,096	0,522	0,248	0,343	0,173	0,572	0,269	0,385	0,310	1,000	0,189	0,218	0,325
	Sig. (2-seitig)	0,154	0,000	0,000	0,000	0,113	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000		0,002	0,000	0,000
	Pearson	0,050	0,316	0,288	0,391	0,078	0,548	0,242	0,264	0,170	0,520	0,240	0,357	0,282	1	0,174	0,199	0,307
	Sig.(2-seitig) N	0,409 272	0,000 272	0,000 271	0,000 271	0,202 272	0,000 272	0,000 271	0,000 272	0,005 270	0,000 271	0,000 272	0,000 272	0,000 272	273	0,004 270	0,001 269	0,000 273
PB 15	Spearman-Rho	0,329	0,071	0,470	0,042	0,441	0,217	0,536	0,055	0,390	0,176	0,603	0,120	0,402	0,189	1,000	0,052	0,408
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,243	0,000	0,493	0,000	0,000	0,000	0,370	0,000	0,004	0,000	0,048	0,000	0,002		0,401	0,000
	Pearson	0,342	0,070	0,484	0,062	0,444	0,254	0,544	0,036	0,408	0,151	0,606	0,115	0,407	0,174	1	0,044	0,425
	Sig.(2-seitig) N	0,000 270	0,250 270	0,000 269	0,308 269	0,000 270	0,000 270	0,000 269	0,557 270	0,000 268	0,013 270	0,000 270	0,059 270	0,000 269	0,004 270	271	0,471 267	0,000 271
PB 16	Spearman-Rho	-0,206	0,304	0,087	0,152	-0,012	0,210	0,095	0,302	-0,033	0,181	0,059	0,465	-0,053	0,218	0,052	1,000	0,103
	Sig. (2-seitig)	0,001	0,000	0,157	0,013	0,843	0,001	0,121	0,000	0,590	0,003	0,336	0,000	0,387	0,000	0,401		0,092
	Pearson	-0,202	0,329	0,070	0,181	-0,028	0,218	0,096	0,328	-0,030	0,177	0,055	0,472	-0,055	0,199	0,044	1	0,094
	Sig.(2-seitig) N	0,001 269	0,000 269	0,251 268	0,003 268	0,653 269	0,000 269	0,115 268	0,000 269	0,629 267	0,004 268	0,372 269	0,000 269	0,370 268	0,001 269	0,471 267	270	0,125 270
PB 17	Spearman-Rho	0,388	-0,007	0,277	0,109	0,437	0,286	0,273	0,087	0,481	0,250	0,382	0,180	0,671	0,325	0,408	0,103	1,000
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,911	0,000	0,073	0,000	0,000	0,000	0,149	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,092	
	Pearson	0,407	-0,009	0,281	0,105	0,426	0,270	0,302	0,060	0,480	0,235	0,394	0,168	0,675	0,307	0,425	0,094	1
	Sig.(2-seitig) N	0,000 273	0,886 273	0,000 272	0,083 272	0,000 273	0,000 273	0,000 272	0,324 273	0,000 271	0,000 272	0,000 273	0,005 273	0,000 272	0,000 273	0,000 271	0,125 270	274

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tab. A 5: Korrelationsmatrix der Items zur Erfassung der motivationalen Regulationsstile

KMO- und Bartlett-Test		
Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		0,857
Bartlett-Test auf Sphärität	Ungefähres Chi-Quadrat	1904
	Df	136
	Signifikanz nach Bartlett	0,000

Tab. A 6: KMO- und Bartlett-Test basierend auf den Items PB1-PB17 der Tab. A4

Anti-Image-Matrizen (Korrelationen)																	
	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7	PB8	PB9	PB10	PB11	PB12	PB13	PB14	PB15	PB16	PB17
PB1	0,861^a	-0,134	0,022	0,061	-0,214	0,033	0,053	0,060	-0,224	-0,009	0,008	0,097	-0,233	0,029	-0,088	0,156	-0,060
PB2	-0,134	0,776^a	-0,060	-0,079	-0,062	0,060	-0,030	-0,122	0,059	-0,407	0,027	-0,083	0,122	-0,045	-0,019	-0,203	0,121
PB3	0,022	-0,060	0,901^a	-0,125	-0,052	0,013	-0,332	0,040	-0,056	-0,083	-0,211	0,017	0,012	-0,051	-0,097	0,026	0,028
PB4	0,061	-0,079	-0,125	0,877^a	0,084	-0,213	0,054	-0,053	0,016	-0,094	0,050	0,009	-0,008	-0,124	-0,010	-0,015	-0,032
PB5	-0,214	-0,062	-0,052	0,084	0,886^a	-0,057	-0,037	0,066	-0,249	0,111	0,047	-0,020	-0,044	0,028	-0,168	-0,026	-0,104
PB6	0,033	0,060	0,013	-0,213	-0,057	0,851^a	-0,132	-0,118	-0,045	-0,109	-0,034	0,078	0,089	-0,353	-0,042	-0,085	-0,066
PB7	0,053	-0,030	-0,332	0,054	-0,037	-0,132	0,858^a	-0,029	0,001	0,046	-0,397	-0,049	-0,047	0,021	-0,143	-0,004	0,048
PB8	0,060	-0,122	0,040	-0,053	0,066	-0,118	-0,029	0,866^a	0,056	-0,006	-0,045	-0,300	-0,031	0,006	0,019	-0,068	-0,007
PB9	-0,224	0,059	-0,056	0,016	-0,249	-0,045	0,001	0,056	0,886^a	-0,132	-0,015	0,055	-0,286	0,034	-0,049	-0,078	-0,008
PB10	-0,009	-0,407	-0,083	-0,094	0,111	-0,109	0,046	-0,006	-0,132	0,814^a	-0,024	-0,245	-0,175	-0,213	0,069	0,134	0,031
PB11	0,008	0,027	-0,211	0,050	0,047	-0,034	-0,397	-0,045	-0,015	-0,024	0,871^a	-0,101	-0,077	0,033	-0,284	0,072	-0,073
PB12	0,097	-0,083	0,017	0,009	-0,020	0,078	-0,049	-0,300	0,055	-0,245	-0,101	0,820^a	0,025	-0,080	0,016	-0,319	-0,088
PB13	-0,233	0,122	0,012	-0,008	-0,044	0,089	-0,047	-0,031	-0,286	-0,175	-0,077	0,025	0,838^a	-0,101	0,020	0,063	-0,447
PB14	0,029	-0,045	-0,051	-0,124	0,028	-0,353	0,021	0,006	0,034	-0,213	0,033	-0,080	-0,101	0,872^a	0,014	-0,002	-0,098
PB15	-0,088	-0,019	-0,097	-0,010	-0,168	-0,042	-0,143	0,019	-0,049	0,069	-0,284	0,016	0,020	0,014	0,916^a	-0,033	-0,115
PB16	0,156	-0,203	0,026	-0,015	-0,026	-0,085	-0,004	-0,068	-0,078	0,134	0,072	-0,319	0,063	-0,002	-0,033	0,743^a	-0,119
PB17	-0,060	0,121	0,028	-0,032	-0,104	-0,066	0,048	-0,007	-0,008	0,031	-0,073	-0,088	-0,447	-0,098	-0,115	-0,119	0,863^a

Maß der der Stichprobeneignung, in der SPSS-Ausgabe mit (a) gekennzeichnet (Grenzwerte nach Bühl 2010, S.588 - analog zum KMO Maß: 0,6-0,69: ausreichend; 0,7-0,79: befriedigend; 0,8-0,89: gut; ≥0,9: sehr gut)

Tab. A 7: Anti-Image-Matrize (Korrelation)

Erklärte Gesamtvarianz									
Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	5,147	30,278	30,278	5,147	30,278	30,278	3,299	19,404	19,404
2	3,128	18,401	48,679	3,128	18,401	48,679	2,777	16,335	35,738
3	1,423	8,371	57,050	1,423	8,371	57,050	2,398	14,106	49,845
4	1,098	6,458	63,508	1,098	6,458	63,508	2,323	13,664	63,508
5	0,914	5,377	68,885						
6	0,742	4,367	73,252						
7	0,620	3,647	76,898						
8	0,610	3,591	80,489						
9	0,493	2,903	83,392						
10	0,457	2,686	86,078						
11	0,424	2,492	88,570						
12	0,395	2,324	90,894						
13	0,386	2,273	93,167						
14	0,343	2,018	95,185						
15	0,295	1,736	96,921						

16	0,277	1,631	98,552						
17	0,246	1,448	100,000						

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation, feste Anzahl zu extrahierender Faktoren: 4

Tab. A 8: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Erklärte Gesamtvarianz“ bei vier-faktorieller Lösung

Erklärte Gesamtvarianz									
Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	5,147	30,278	30,278	5,147	30,278	30,278	3,525	20,735	20,735
2	3,128	18,401	48,679	3,128	18,401	48,679	3,373	19,843	40,578
3	1,423	8,371	57,050	1,423	8,371	57,050	2,800	16,472	57,050
4	1,098	6,458	63,508						
5	0,914	5,377	68,885						
6	0,742	4,367	73,252						
7	0,620	3,647	76,898						
8	0,610	3,591	80,489						
9	0,493	2,903	83,392						
10	0,457	2,686	86,078						
11	0,424	2,492	88,570						
12	0,395	2,324	90,894						
13	0,386	2,273	93,167						
14	0,343	2,018	95,185						
15	0,295	1,736	96,921						
16	0,277	1,631	98,552						
17	0,246	1,448	100,000						

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; feste Anzahl zu extrahierender Faktoren: 3

Tab. A 9: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Erklärte Gesamtvarianz“ bei drei-faktorieller Lösung

Rotierte Komponentenmatrix ^a			
	Komponente		
	1	2	3
Ich arbeite und lerne mit Satellitenbildern...			
... weil ich möchte, dass die anderen Schüler/innen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin. PB 10 (introji. Regulation)	0,730	0,273	0,069
... weil ich sonst schlechte Noten bekomme. PB 12 (externale Regulation)	0,709	-0,095	0,193
... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde. PB 14 (introji. Regulation)	0,686	0,278	0,066
... weil ich möchte, dass mein/e Lehrer/in denkt, ich bin ein/e gute/r Schüler/in. PB 2 (introji. Regulation)	0,665	-0,044	0,057
... weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme. PB 8 (externale Regulation)	0,621	-0,195	0,130
... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme. PB 4 (externale Regulation)	0,601	0,020	0,014
... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich mich zu wenig mit den Bildern beschäftigen würde.	0,588	0,189	0,247

PB 6 (introji. Regulation)			
... weil ich es einfach lernen muss. PB 16 (externale Regulation)	0,533	-0,160	0,061
... weil ich gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern löse. PB 13 (intrin. Regulation)	0,112	0,824	0,197
... weil ich es genieße, mich mit diesen Bildern „von oben“ auseinanderzusetzen. PB 9 (intrin. Regulation)	0,017	0,789	0,200
...weil es mir Spaß macht damit zu arbeiten. PB 1 (intrin. Regulation)	-0,164	0,784	0,067
... weil ich gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nachdenke. PB 17 (intrin. Regulation)	0,193	0,700	0,219
... weil ich neue Dinge lernen möchte. PB 5 (intrin. Regulation)	-0,109	0,668	0,273
... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe. PB 7 (ident. Regulation)	0,178	0,139	0,852
... weil ich mit dem Wissen in diesem Bereich später einen besseren Job bekommen kann. PB 11 (ident. Regulation)	0,157	0,242	0,826
... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können (z.B. Schule, Lehre oder Studium). PB 3 (ident. Regulation)	0,231	0,179	0,750
... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann. PB 15 (ident. Regulation)	0,024	0,383	0,701

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; feste Anzahl zu extrahierender Faktoren: 3

Tab. A 10: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Rotierte Komponentenmatrix“

	Faktor 1 (externalisierte/ introjierte Regulation)	Faktor 2 (intrinsische Regulation)	Faktor 3 (identifizierte Regulation)
Prätest t₀	N 216 (73,0%)	N 229 (77,4%)	N 205 (69,3%)
Cronbachs α	0,76	0,85	0,74
Mittlere Inter-Item-Korrelation (MIC)	0,285	0,542	0,498
Posttest t₁	N 262 (88,5%)	N 268 (90,5%)	N 269 (90,9%)
Cronbachs α	0,80	0,85	0,85
Mittlere Inter-Item-Korrelation (MIC)	0,343	0,527	0,644
Posttest t₂	N 120 (40,5%)	N 130 (43,9%)	N 131 (44,3%)
Cronbachs α	0,84	0,85	0,82
Mittlere Inter-Item-Korrelation (MIC)	0,410	0,534	0,601

Tab. A 11: Zusammenstellung Reliabilitätskoeffizienten zur Schätzung der inneren Konsistenz der Faktoren

Skalenstatistik zum geographischen Selbstkonzept (Baselinetest T ₀)										
	N		Mittelwert (m)	Standard- abweichung (s)	Median (Md)	Gruppiertes Median	Schiefe	Kurtosis	Cronbachs α	MIC ¹³
	gültig	ausgeschlos- sen								
Kriteriales Selbstkonzept*	260	27	3,445	0,810					0,815	0,470
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, halte ich mich für... ...nicht begabt / sehr begabt (Item C2)	267	20	3,21	0,781	3,00	3,24	-0,243	0,441		
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, meine ich, dass mir das Lernen von neuen Sachen in Erdkunde/EWG...schwer fällt / leicht fällt (Item C3)	270	17	3,54	0,811	4,00	3,53	0,057	-0,500		
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, finde ich, dass ich mit den Aufgaben in Geographie...nicht gut zurechtkomme / gut zurechtkomme (Item C4)	268	19	3,57	0,852	4,00	3,59	-0,333	0,012		
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, glaube ich, dass ich... ...nicht intelligent bin / intelligent bin (Item C5)	269	18	3,50	0,818	4,00	3,53	-0,571	0,926		
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, finde ich, dass ich... ...wenig kann / viel kann (Item C6)	265	22	3,40	0,786	3,00	3,38	-0,224	0,418		
Individuelles Selbstkonzept*	246	41	3,599	0,913					0,833	0,455
In Erdkunde/EWG bin ichweniger begabt als früher / begabter als früher (Item C7)	264	23	3,53	0,978	4,00	3,56	-0,305	-0,342		
Das Lernen von neuen Sachen in Erdkunde/EWG fällt mir... ...schwerer als früher / leichter als früher (Item C8)	267	21	3,49	0,994	4,00	3,53	-0,344	-0,294		
Ich komme mit den Aufgaben in Erdkunde/EWG... ...schlechter zurecht als früher / besser zurecht als früher (Item C9)	268	18	3,48	0,850	4,00	3,51	-0,365	0,245		
Ich bin... ...weniger intelligent als früher / intelligenter als früher (Item C10)	265	22	3,91	0,885	4,00	3,96	-0,773	0,994		
Die Aufgaben in Erdkunde/EWG fallen mir... ...schwerer als früher / leichter als früher (Item C11)	266	21	3,40	0,877	3,00	3,42	-0,126	-0,312		
Ich kann in Erdkunde/EWG... ...weniger als früher / mehr als früher (Item C12)	263	24	3,83	0,850	4,00	3,85	-0,417	0,003		
Soziales Selbstkonzept*	262	25	3,226	0,760					0,882	0,558
Ich denke, ich bin in Erdkunde/EWG... ...weniger begabt als meine Mitschüler(innen) / mehr begabt als meine Mitschüler(innen) (Item C13)	270	17	3,06	0,831	3,00	3,09	-0,158	0,854		
Etwas Neues zu lernen fällt mir... ...schwerer als meinen Mitschüler(innen) / leichter als meinen Mitschüler(innen) (Item C14)	267	20	3,39	0,783	3,00	3,39	-0,136	0,946		
Mit den Aufgaben in Erdkunde/EWG komme ich... ...schlechter zurecht als meine Mitschüler(innen) / besser zurecht als meine Mitschüler(innen) (Item C15)	270	17	3,23	0,735	3,00	3,17	0,006	1,093		
Ich bin... ...weniger intelligent als meine Mitschüler(innen) / intelligenter als meine Mitschüler(innen) (Item C16)	268	19	3,31	0,758	3,00	3,32	-0,220	1,565		
Ich kann in Erdkunde/EWG... ...weniger als meine Mitschüler(innen) / mehr als meine Mitschüler(innen) (Item C17)	268	19	3,16	0,714	3,00	3,17	0,004	1,588		
Die Aufgaben in Erdkunde/EWG fallen mir... ...schwerer als meinen Mitschüler(innen) / leichter als meinen Mitschüler(innen) (Item C18)	269	18	3,24	0,700	3,00	3,25	0,022	1,197		
Allgemeines Selbstkonzept*	235	52	3,472	0,767					0,813	0,466
Ich bin in Erdkunde/EWG... ...nicht begabt / sehr begabt (Item C19)	238	49	3,26	0,756	3,00	3,29	-0,346	0,631		
Neues zu lernen fällt mit in Erdkunde/EWG... ...schwer / leicht (Item C20)	238	49	3,57	0,802	4,00	3,57	-0,210	0,111		
Ich bin... ...nicht intelligent / sehr intelligent (Item C21)	238	49	3,59	0,756	4,00	3,60	-0,465	1,152		
Ich kann in Erdkunde/EWG... ...wenig / viel (Item C22)	238	49	3,43	0,747	3,00	3,44	-0,104	-0,023		
In Erdkunde/EWG fallen mir Aufgaben... ...schwer / leicht (Item C23)	239	48	3,46	0,787	3,00	3,46	-0,115	0,370		

Die mit einem „*“-gekennzeichneten Skalenwerte beziehen sich auf eine Reliabilitätsanalyse; jeweils erstellt mit SPSS (Angepasste Items aus: Dickhäuser, O., Schöne C., Spinath, B.; Stiensmeier-Pelster, J. (2002): Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept; In: Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie, 23 (4); S. 393-405)

Tab. A 12: Skalenstatistik zum geographischen Selbstkonzept basierend auf einem Mittelwert-Vergleich

¹³ Mittlere Inter-Item-Korrelation

KMO- und Bartlett-Test		
Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		0,911
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	2140
	Df	136
	Signifikanz nach Bartlett	0,000

Tab. A 13: KMO- und Bartlett-Test basierend auf den Items C2-C18 der Tab. 11

Anti-Image-Matrizen (Korrelationen)																	
	C 2	C 4	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14	C 15	C 16	C 17	C 18
C 2	0,953^a	-0,137	0,032	-0,170	-0,116	-0,004	0,049	-0,057	0,065	-0,013	-0,082	-0,067	0,087	-0,097	-0,016	-0,109	-0,097
C 3	-0,137	0,930^a	-0,189	-0,228	-0,194	-0,061	-0,066	0,056	0,001	-0,067	0,027	0,046	-0,076	0,024	0,017	0,050	-0,072
C 4	0,032	-0,189	0,915^a	-0,144	-0,185	-0,072	0,035	-0,124	0,164	0,066	-0,088	-0,070	-0,003	-0,083	-0,035	0,087	-0,077
C 5	-0,170	-0,228	-0,144	0,941^a	-0,047	-0,021	-0,047	0,015	-0,139	0,005	0,076	-0,120	-0,103	-0,014	-0,123	-0,024	0,023
C 6	-0,116	-0,194	-0,185	-0,047	0,928^a	-0,035	-0,115	0,031	-0,080	-0,045	0,029	-0,228	0,059	0,063	-0,019	-0,208	0,066
C 7	-0,004	-0,061	-0,072	-0,021	-0,035	0,912^a	-0,295	-0,135	-0,036	-0,138	-0,223	0,025	-0,026	-0,057	0,021	0,000	0,110
C 8	0,049	-0,066	0,035	-0,047	-0,115	-0,295	0,890^a	-0,161	0,112	-0,201	-0,121	0,050	-0,038	0,149	0,071	-0,186	-0,064
C 9	-0,057	0,056	-0,124	0,015	0,031	-0,135	-0,161	0,903^a	-0,123	-0,370	0,027	0,042	0,020	-0,072	-0,011	0,038	-0,078
C 10	0,065	0,001	0,164	-0,139	-0,080	-0,036	0,112	-0,123	0,769^a	-0,082	-0,411	0,011	-0,052	0,110	-0,258	-0,068	0,046
C 11	-0,013	-0,067	0,066	0,005	-0,045	-0,138	-0,201	-0,370	-0,082	0,907^a	-0,123	-0,053	-0,049	-0,007	0,141	-0,012	-0,072
C 12	-0,082	0,027	-0,088	0,076	0,029	-0,223	-0,121	0,027	-0,411	-0,123	0,815^a	-0,014	-0,001	-0,074	0,165	0,107	-0,060
C 13	-0,067	0,046	-0,070	-0,120	-0,228	0,025	0,050	0,042	0,011	-0,053	-0,014	0,943^a	-0,010	-0,141	-0,215	-0,172	-0,078
C 14	0,087	-0,076	-0,003	-0,103	0,059	-0,026	-0,038	0,020	-0,052	-0,049	-0,001	-0,010	0,935^a	-0,323	-0,185	-0,088	-0,083
C 15	-0,097	0,024	-0,083	-0,014	0,063	-0,057	0,149	-0,072	0,110	-0,007	-0,074	-0,141	-0,323	0,894^a	0,105	-0,318	-0,286
C 16	-0,016	0,017	-0,035	-0,123	-0,019	0,021	0,071	-0,011	-0,258	0,141	0,165	-0,215	-0,185	0,105	0,859^a	-0,075	-0,179
C 17	-0,109	0,050	0,087	-0,024	-0,208	0,000	-0,186	0,038	-0,068	-0,012	0,107	-0,172	-0,088	-0,318	-0,075	0,924^a	-0,187
C 18	-0,097	-0,072	-0,077	0,023	0,066	0,110	-0,064	-0,078	0,046	-0,072	-0,060	-0,078	-0,083	-0,286	-0,179	-0,187	0,937^a

Maß der Stichprobeneignung, in der SPSS-Ausgabe mit (a) gekennzeichnet (Grenzwerte nach Bühl 2010, S.588 - analog zum KMO Maß: 0,6-0,69: ausreichend; 0,7-0,79: befriedigend; 0,8-0,89: gut; ≥0,9: sehr gut)

Tab. A 14: Anti-Image-Matrize (Korrelation)

Erklärte Gesamtvarianz									
Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	6,828	42,677	42,677	6,828	42,677	42,677	3,926	24,539	24,539
2	2,130	13,312	55,989	2,130	13,312	55,989	3,257	20,355	44,894
3	1,018	6,361	62,350	1,018	6,361	62,350	2,793	17,456	62,350
4	0,685	4,280	66,630						
5	0,678	4,237	70,867						
6	0,650	4,060	74,926						
7	0,593	3,708	78,634						
8	0,580	3,628	82,262						
9	0,460	2,875	85,137						
10	0,444	2,775	87,912						
11	0,408	2,548	90,460						
12	0,375	2,342	92,801						
13	0,336	2,098	94,899						
14	0,313	1,957	96,857						
15	0,275	1,722	98,578						
16	0,228	1,422	100,000						

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; basierend auf dem Eigenwert größer als 1

Tab. A 15: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Erklärte Gesamtvarianz“

Rotierte Komponentenmatrix ^a				
		Komponente		
		1	2	3
Mit den Aufgaben in Erdkunde/EWG komme ich...	...schlechter zurecht als meine Mitschüler(innen) / besser zurecht als meine Mitschüler (innen) (Item C15)	0,804	0,241	0,178
Die Aufgaben in Erdkunde/EWG fallen mir...	...schwerer als meinen Mitschüler(innen) / leichter als meinen Mitschüler(innen) (Item C18)	0,772	0,243	0,224
Ich kann in Erdkunde/EWG...	...weniger als meine Mitschüler(innen) / mehr als meine Mitschüler(innen) (Item C17)	0,764	0,238	0,293
Etwas Neues zu lernen fällt mir...	...schwerer als meinen Mitschüler(innen) / leichte als meinen Mitschüler (innen) (Item C14)	0,746	0,209	0,154
Ich denke, ich bin in Erdkunde/EWG...	...weniger begabt als meine Mitschüler(innen) / mehr begabt als meine Mitschüler (innen) (Item C13)	0,679	0,084	0,425
Ich bin...	...weniger intelligent als meine Mitschüler(innen) / intelligenter als meine Mitschüler(innen) (Item C16)	0,638	-0,182	0,284
Die Aufgaben in Erdkunde/EWG fallen mir...	...schwerer als früher / leichter als früher (Item C11)	0,214	0,793	0,152
In Erdkunde/EWG bin ich...	...weniger begabt als früher / begabter als früher (Item C7)	0,058	0,768	0,246
Das Lernen von neuen Sachen in Erdkunde/EWG fällt mir...	...schwerer als früher / leichter als früher (Item C8)	0,122	0,745	0,251
Ich komme mit den Aufgaben in Erdkunde/EWG...	...schlechter zurecht als früher / besser zurecht als früher (Item C9)	0,233	0,730	0,124
Ich kann in Erdkunde/EWG...	...weniger als früher / mehr als früher (Item C12)	0,048	0,705	0,061

Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, meine ich, dass mir das Lernen von neuen Sachen in Erdkunde/EWG... ...schwer fällt / leicht fällt (Item C3)	0,178	0,229	0,759
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, finde ich, dass ich... ...wenig kann / viel kann (Item C6)	0,324	0,241	0,682
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, finde ich, dass ich mit den Aufgaben in Geographie... ...nicht gut zurecht komme / gut zurecht komme (Item C4)	0,207	0,177	0,677
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, glaube ich, dass ich... ...nicht intelligent bin / intelligent bin (Item C5)	0,417	0,119	0,655
Wenn ich mir angucke, was wir in Erdkunde/EWG können müssen, halte ich mich für... ...nicht begabt / sehr begabt (Item C2)	0,448	0,195	0,496

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation; basierend auf dem Eigenwert größer als 1

Tab. A 16: Darstellung der SPSS-Ausgabe „Rotierte Komponentenmatrix“

Skalenstatistik zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer (Baselinetest T ₀)										
	N		Mittelwert (m)	Standardab- weichung (s)	Median (Md)	Gruppiertes Median	Schiefe	Kurtosis	Cronbachs α	MIC ¹⁴
	gültig	Ausge- schlossen								
Selbstkonzept "Computernutzung" *	270	33	4,096	0,886					0,847	0,452
Ich kann gut mit Computern umgehen. (Item PC D6.1)	286	17	4,028	0,858	4,000	4,103	-0,591	-0,143		
Ich finde das Arbeiten mit Computern sehr einfach. (Item PC D6.2)	283	20	4,049	0,811	4,000	4,106	-0,614	0,369		
Ich mag es mit Computern zu arbeiten. (Item PC D6.3)	279	24	4,258	0,893	4,000	4,383	-1,326	1,758		
Ich glaube ich werde immer Probleme im Umgang mit Computern haben. (Item PC D6.4 umgepolt)	282	21	4,128	0,888	4,000	4,242	-0,960	0,622		
Ich interessiere mich sehr für die Arbeit mit Computern. (Item PC D6.5)	281	22	3,591	0,986	4,000	3,617	-0,345	-0,265		
Den Umgang mit dem Computer finde ich viel zu kompliziert. (Item PC D6.6 umgepolt)	282	21	4,362	0,816	5,000	4,463	-1,309	1,488		
Bei der Arbeit mit dem Computer habe ich Angst, Fehler zu machen. (Item PC D6.7 umgepolt)	284	19	4,180	0,962	4,000	4,329	-1,158	0,949		

Die mit einem „*“-gekennzeichneten Skalenwerte beziehen sich auf eine Reliabilitätsanalyse; jeweils erstellt mit SPSS (Angepasste Items von Schweizer, K. in Anlehnung an: Cassidy, S. und Eachus, P. (2002): Developing the computer user self-efficacy (CUSE) scale: Investigating the relationship between computer self-efficacy, gender and experience with computers; In: Journal of Educational Computing Research; Volume 26, Number 2 / 2002; S.133- 153)

Die Items PC D6.4; PC D6.6 und PC D6.7 wurden für die Skalenstatistik und alle weiteren Berechnungen umgepolt.

Tab. A 17: Skalenstatistik zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer basierend auf einem Mittelwert-Vergleich

¹⁴ Mittlere Inter-Item-Korrelation

Bivariate Korrelationen der Items zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer (Baselinetest T ₀)								
		SK PC D 6.1	SK PC D 6.2	SK PC D 6.3	SK PC D 6.4	SK PC D 6.5	SK PC D 6.6	SK PC D 6.7
SK PC D 6.1	Spearman-Rho	1,000	0,723**	0,552**	0,476**	0,474**	0,512**	0,408**
	Sig. (2-seitig)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	286	283	279	282	281	282	284
SK PC D 6.2	Spearman-Rho	0,723**	1,000	0,585**	0,440**	0,426**	0,469**	0,379**
	Sig. (2-seitig)	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	283	283	276	279	279	279	281
SK PC D 6.3	Spearman-Rho	0,552**	0,585**	1,000	0,368**	0,582**	0,491**	0,274**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	279	276	279	277	275	277	278
SK PC D 6.4 (umgepolt)	Spearman-Rho	0,476**	0,440**	0,368**	1,000	0,307**	0,539**	0,420**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	282	279	277	282	279	280	281
SK PC D 6.5	Spearman-Rho	0,474**	0,426**	0,582**	0,307**	1,000	0,439**	0,199**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,001
	N	281	279	275	279	281	279	280
SK PC D 6.6 (umgepolt)	Spearman-Rho	0,512**	0,469**	0,491**	0,539**	0,439**	1,000	0,491**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	282	279	277	280	279	282	281
SK PC D 6.7 (umgepolt)	Spearman-Rho	0,408**	0,379**	0,274**	0,420**	0,199**	0,491**	1,000
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	
	N	284	281	278	281	280	281	284

* Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tab. A 18: Korrelationsmatrix der Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer

Item-Skala-Statistiken zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer (Baselinetest T ₀)					
	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
SK PC D 6.1	24,622	14,660	0,718	0,574	0,809
SK PC D 6.2	24,611	15,138	0,690	0,550	0,815
SK PC D 6.3	24,411	14,934	0,625	0,481	0,823
SK PC D 6.4 (umgepolt)	24,533	15,603	0,531	0,334	0,837
SK PC D 6.5	25,074	15,050	0,527	0,385	0,840
SK PC D 6.6 (umgepolt)	24,304	14,896	0,716	0,531	0,811
SK PC D 6.7 (umgepolt)	24,489	15,574	0,477	0,334	0,847

Tab. A 19: Item-Skala-Statistiken zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer

Skalenstatistik zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern (Post-Test t ₁)										
	N		Mittelwert (m)	Standardab- weichung (s)	Median (Md)	Gruppiertes Median	Schiefe	Kurtosis	Cronbachs α	MIC ¹⁵
	gültig	Ausge- schlossen								
Selbstkonzept "Umgang mit Satellitenbildern" *	261	42	3,445	1,014					0,866	0,526
Ich kann gut mit Satellitenbildern umgehen. (Item PE6.1)	277	26	3,397	0,902	3,000	3,455	-0,601	0,535		
Ich finde das Arbeiten mit Satellitenbildern sehr einfach. (Item PE6.2)	273	30	3,297	0,901	3,000	3,329	-0,287	0,324		
Ich mag es mit Satellitenbildern zu arbeiten. (Item PE6.3)	278	25	3,313	1,047	3,000	3,397	-0,465	-0,243		
Ich glaube ich werde immer Probleme im Umgang mit Satellitenbildern haben. (Item PE6.4 umgepolt)	272	31	3,801	1,012	4,000	3,899	-0,692	0,026		
Ich interessiere mich sehr für die Arbeit mit Satellitenbildern. (Item PE6.5)	277	26	3,009	1,060	3,000	3,051	-0,134	-0,423		
Den Umgang mit dem Satellitenbildern finde ich viel zu kompliziert. (Item PE6.6 umgepolt)	272	31	3,783	1,094	4,000	3,924	-0,771	-0,003		

Die mit einem „*“-gekennzeichneten Skalenwerte beziehen sich auf eine Reliabilitätsanalyse; jeweils erstellt mit SPSS (Angepasste Items von Schweizer, K. in Anlehnung an: Cassidy, S. und Eachus, P. (2002): Developing the computer user self-efficacy (CUSE) scale: Investigating the relationship between computer self-efficacy, gender and experience with computers; In: Journal of Educational Computing Research; Volume 26, Number 2 / 2002; S.133- 153). Die Items PE6.4; PE6.6 und wurden für die Skalenstatistik und alle weiteren Berechnungen umgepolt.

Tab. A 20: Skalenstatistik zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern basierend auf einem Mittelwert- Vergleich

Bivariate Korrelationen der Items zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern (Post-Test t ₁)							
		SK Sat PE 6.1	SK Sat PE 6.2	SK Sat PE 6.3	SK Sat PE 6.4	SK Sat PE 6.5	SK Sat PE 6.6
SK Sat PE 6.1	Pearson	1	0,756**	0,582**	0,523**	0,516**	0,459**
	Sig.(2-seitig)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	277	271	276	272	275	271
SK Sat PE 6.2	Pearson	0,756**	1	0,598**	0,475**	0,523**	0,403**
	Sig. (2-seitig)	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	271	273	273	266	272	266
SK Sat PE 6.3	Pearson	0,582**	0,598**	1	0,452**	0,738**	0,447**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	276	273	278	271	276	271
SK Sat PE 6.4 (umgepolt)	Pearson	0,523**	0,475**	0,452**	1	0,384**	0,575**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	272	266	271	272	271	267
SK Sat PE 6.5	Pearson	0,516**	0,523**	0,738**	0,384**	1	0,355**
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	275	272	276	271	277	270
SK Sat PE 6.6 (umgepolt)	Pearson	0,459**	0,403**	0,447**	0,575**	0,355**	1
	Sig. (2-seitig)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	271	266	271	267	270	272

¹⁵ Mittlere Inter-Item-Korrelation

*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

**. Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tab. A 21: Korrelationsmatrix der Items zur Erfassung der Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern

Item-Skala-Statistiken zur Selbsteinschätzung im Umgang mit dem Computer (Post-Test t ₁)					
	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Quadrierte multiple Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
SK Sat PE 6.1	17,262	16,009	0,734	0,631	0,833
SK Sat PE 6.2	17,366	16,182	0,701	0,611	0,838
SK Sat PE 6.3	17,331	15,037	0,735	0,640	0,830
SK Sat PE 6.4 (umgepolt)	16,864	16,048	0,620	0,448	0,851
SK Sat PE 6.5	17,655	15,581	0,645	0,574	0,847
SK Sat PE 6.6 (umgepolt)	16,883	16,030	0,565	0,406	0,862

Tab. A 22: Item-Skala-Statistiken zur Selbsteinschätzung im Umgang mit Satellitenbildern (veränderte Fassung der SPSS- Ausgabe)

Statistik bei gepaarten Stichproben						
Alter			Mittelwert	N	Standard-abweichung	Standardfehler des Mittelwertes
12	Paaren 1	SDI_Prä	2,375	22	2,643	0,564
		SDI_Post	3,176	22	2,405	0,513
13	Paaren 1	SDI_Prä	2,551	67	2,304	0,282
		SDI_Post	2,914	67	2,519	0,308
14	Paaren 1	SDI_Prä	1,949	43	3,106	0,474
		SDI_Post	2,921	43	3,142	0,479
15	Paaren 1	SDI_Prä	2,909	50	1,967	0,278
		SDI_Post	2,643	50	2,367	0,335
16	Paaren 1	SDI_Prä	2,068	52	2,103	0,292
		SDI_Post	2,746	52	2,490	0,345
17	Paaren 1	SDI_Prä	1,031	7	1,893	0,715
		SDI_Post	2,269	7	1,750	0,662
18	Paaren 1	SDI_Prä	1,201	9	2,424	0,808
		SDI_Post	2,251	9	2,545	0,848

Tab. A 23: Statistische Kennwerte der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Alter (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben)

Korrelationen bei gepaarten Stichproben					
Alter			N	Korrelation	Signifikanz
12	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	22	0,623	0,002
13	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	67	0,552	0,000
14	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	43	0,684	0,000
15	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	50	0,477	0,000
16	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	52	0,687	0,000
17	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	7	0,550	0,201
18	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	9	0,702	0,035

Die Korrelationen der Testpaare (für die Altersgruppe der 13- bis 16-Jährigen) sind alle auf 0,001 Niveau signifikant.

Tab. A 24: Korrelation der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Alter (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben)

Test bei gepaarten Stichproben								
Alter		Gepaarte Differenzen			T	df	Sig. (2-seitig)	Cohens d
		Mittelwert	s	Standardfehler des Mittelwertes				
12	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-0,801	2,202	0,470	-1,706	21	0,103	0,36
13	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-0,363	2,291	0,280	-1,296	66	0,200	0,16
14	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-0,971	2,484	0,379	-2,564	42	0,014	0,39
15	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	0,266	2,242	0,317	0,839	49	0,405	0,12
16	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-0,678	1,852	0,257	-2,640	51	0,011	0,37
17	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-1,238	1,732	0,654	-1,891	6	0,107	0,71
18	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-1,051	1,922	0,641	-1,640	8	0,140	0,55

Effektstärke p nach Cohen (1988)/Rost (2007), S.218: $d \geq 0,2$: kleiner Effekt; $d \geq 0,5$: mittlerer Effekt; $d \geq 0,8$: großer Effekt.

Tab. A 25: Veränderung des SDI von t_0 nach t_1 , differenziert nach Alter (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben)

Statistik bei gepaarten Stichproben						
Schulart			Mittelwert	N	s	Standardfehler des Mittelwertes
Gymnasium	Paaren 1	SDI_Prä	2,095	163	2,359	0,185
		SDI_Post	2,827	163	2,507	0,196
Realschule	Paaren 1	SDI_Prä	2,718	87	2,449	0,262
		SDI_Post	2,769	87	2,660	0,285

Tab. A 26: Statistische Kennwerte der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Schulart (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben)

Korrelationen bei gepaarten Stichproben					
Schulart			N	Korrelation	Signifikanz
Gymnasium	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	163	0,616	0,000
Realschule	Paaren 1	SDI_Prä & SDI_Post	87	0,591	0,000

Die Korrelationen der Testpaare sind alle auf 0,001 Niveau signifikant

Tab. A 27: Korrelation der Testpaare SDI_Prä & SDI_Post, differenziert nach Schulart (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben)

Test bei gepaarten Stichproben								
Schulart		Gepaarte Differenzen			T	df	Sig. (2-seitig)	Cohens d
		Mittelwert	s	Standardfehler des Mittelwertes				
Gymnasium	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-0,732	2,136	0,167	-4,375	162	0,000	0,34
Realschule	Paaren 1 SDI_Prä & SDI_Post	-0,052	2,317	0,248	-0,208	86	0,836	0,02

Effektstärke p nach Cohen (1988)/Rost (2007), S.218: $d \geq 0,2$: kleiner Effekt; $d \geq 0,5$: mittlerer Effekt; $d \geq 0,8$: großer Effekt.

Tab. A 28: Veränderung des SDI von t_0 nach t_1 , differenziert nach Schulart (gemäß T-Test bei gepaarten Stichproben)

Korrelationen								
		SDI Prä	SK Sat Prä	SK PC Prä	SK Geo Allgem Prä	Mot extrin/int rojPrä	Mot intrin Prä	Intere Geo Prä
Selbstbestimmungsindex (SDI Prä)	Korrelation nach Pearson	1	0,485**	0,085	0,268**	-0,478**	0,646**	0,351**
	Signifikanz (2-seitig)		0,000	0,161	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	271	251	271	233	271	271	267

Selbstkonzept Satellitenbild (SK Sat Prä)	Korrelation nach Pearson	0,485*	1	0,186**	0,316**	-0,081	0,514**	0,209**
	Signifikanz (2-seitig)	0,000		0,003	0,000	0,195	0,000	0,001
	N	251	262	262	226	255	254	258
Selbstkonzept Computer (SK PC Prä)	Korrelation nach Pearson	0,085	0,186**	1	0,074	0,015	0,067	-0,062
	Signifikanz (2-seitig)	0,161	0,003		0,244	0,809	0,272	0,293
	N	271	262	295	251	276	274	291
Selbstkonzept Geo. Allgem. (SK Geo Allgem. Prä)	Korrelation nach Pearson	0,268*	0,316**	0,074	1	-0,023	0,243**	0,429**
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	0,000	0,244		0,722	0,000	0,000
	N	233	226	251	251	237	235	248
Motivation extrin.-introj. (Mot extrin/ introj Prä)	Korrelation nach Pearson	0,478*	-0,081	0,015	-0,023	1	0,247**	-0,001
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	0,195	0,809	0,722		0,000	0,987
	N	271	255	276	237	276	274	272
Motivation intrin. (Mot intrin Prä)	Korrelation nach Pearson	0,646*	0,514**	0,067	0,243**	0,247**	1	0,388**
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	0,000	0,272	0,000	0,000		0,000
	N	271	254	274	235	274	274	270
Interesse Geo. (Intere Geo Prä)	Korrelation nach Pearson	0,351*	0,209**	-0,062	0,429**	-0,001	0,388**	1
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	0,001	0,293	0,000	0,987	0,000	
	N	267	258	291	248	272	270	291

Tab. A 29: Bivariate Korrelationen der ausgewählten Cluster-Prädiktoren

Zuordnungsübersicht						
Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten	Erstes Vorkommen des Clusters		Nächster Schritt
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	148	288	0,214	0	0	37
2	129	196	0,227	0	0	111
3	91	132	0,299	0	0	10
4	127	283	0,314	0	0	16
5	57	318	0,318	0	0	31
6	266	310	0,332	0	0	96
7	94	102	0,335	0	0	29
8	140	242	0,351	0	0	13
9	177	273	0,364	0	0	75
10	91	115	0,383	3	0	43
...
20	248	275	0,463	0	0	136
...
40	135	166	0,742	21	0	73
...

60	253	309	0,954	0	0	122
...
80	55	315	1,228	28	0	126
...
100	168	231	1,480	0	0	158
...
120	147	170	1,881	55	89	160
...
140	80	130	2,349	117	118	156
...
160	147	265	2,851	120	0	169
...
180	46	59	4,250	171	170	193
...
200	50	103	7,838	198	190	204
201	81	146	7,904	181	0	202
202	60	81	8,166	182	201	208
203	144	195	8,850	185	0	210
204	47	50	8,906	191	200	206
205	48	110	9,037	199	196	207
206	47	244	9,992	204	194	207
207	47	48	10,217	206	205	212
208	60	319	12,401	202	0	211
209	46	162	13,543	195	197	210
210	46	144	13,719	209	203	211
211	46	60	14,005	210	208	214
212	47	105	17,827	207	183	213
213	47	77	19,348	212	0	214
214	46	47	23,311	211	213	0

Clustermethode: Linkage zwischen den Gruppen, Messniveau: Intervall, Quadrierter Euklidischer Abstand, keine Standardisierung

Tab. A 30: Zuordnungsübersicht der Hierarchischen Clusteranalyse

Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 1: „Der Beständige“)									
		Gepaarte Differenzen			N	T	df	Sig. (2-seitig)	Effektstärke Cohens d
		Mittelwert (m)	Standard- abweichung (s)	Standardfehler des Mittelwertes					
Paar 1	Mot. intrin. Post - Mot. intrin. Prä	-0,301	0,450	0,047	91	-6,38	90	0,000	0,67**
Paar 2	SDI Post - SDI Prä	-0,520	1,449	0,152	91	-3,42	90	0,001	0,36*
Paar 3	SK PC Post - SK PC Prä	-0,066	0,349	0,037	91	-1,81	90	0,074	0,19
Paar 4	SK Satbild Post - SK Satbild Prä	-0,196	0,577	0,061	91	-3,24	90	0,002	0,34*
Paar 5	Interesse Geo. Post - Interesse Geo. Prä	-0,352	0,503	0,053	91	-6,67	90	0,000	0,70**
Paar 6	Mot. Introji.-extern. Post - Mot. Introji.-extern. Prä	-0,020	0,428	0,045	91	-0,44	90	0,663	0,05
Paar 7	SK Geo. Post - SK Geo. Prä	-0,012	0,406	0,043	91	-0,28	90	0,780	0,03

Effektstärke p nach Cohen (1988)/Rost (2007), S.218: $d \geq 0,2$: kleiner Effekt; $d \geq 0,5$: mittlerer Effekt; $d \geq 0,8$: großer Effekt. Die Korrelationen der Testpaare sind alle auf 0,001 Niveau signifikant.

Tab. A 31: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 1)

Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 2: „Der leicht Selbstbestimmtere“)									
		Gepaarte Differenzen			N	T	df	Sig. (2-seitig)	Effektstärke Cohens d
		Mittelwert (m)	Standardabweichung (s)	Standardfehler des Mittelwertes					
Paar 1	Mot. intrin. Post - Mot. intrin. Prä	0,289	0,289	0,035	67	-8,20	66	0,000	1,0***
Paar 2	SDI Post - SDI Prä	0,461	1,177	0,144	67	-3,21	66	0,002	0,39*
Paar 3	SK PC Post - SK PC Prä	0,140	0,308	0,038	67	-3,72	66	0,000	0,45*
Paar 4	SK Satbild Post - SK Satbild Prä	0,418	0,435	0,053	67	-7,87	66	0,000	0,96***
Paar 5	Interesse Geo. Post - Interesse Geo. Prä	0,313	0,499	0,061	67	-5,14	66	0,000	0,63**
Paar 6	Mot. Introji.-extern. Post - Mot. Introji.-extern. Prä	0,067	0,369	0,045	67	-1,50	66	0,141	0,18
Paar 7	SK Geo. Post - SK Geo. Prä	0,090	0,439	0,054	67	-1,67	66	0,100	0,20*

Effektstärke p nach Cohen (1988)/Rost (2007), S.218: $d \geq 0,2$: kleiner Effekt; $d \geq 0,5$: mittlerer Effekt; $d \geq 0,8$: großer Effekt. Die Korrelationen der Testpaare sind alle auf 0,001 Niveau signifikant.

Tab. A 32: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 2)

Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 3: „Der Nicht-Überzeugte“)									
		Gepaarte Differenzen			N	T	df	Sig. (2-seitig)	Effektstärke Cohens d
		Mittelwert (m)	Standardabweichung (s)	Standardfehler des Mittelwertes					
Paar 1	Mot. intrin. Post - Mot. intrin. Prä	-0,300	0,404	0,153	7	-1,964	6	0,097	0,75**
Paar 2	SDI Post - SDI Prä	-3,267	2,145	0,811	7	-4,030	6	0,007	1,52***
Paar 3	SK PC Post - SK PC Prä	-1,459	0,799	0,302	7	-4,834	6	0,003	1,82***
Paar 4	SK Satbild Post - SK Satbild Prä	-0,686	0,865	0,327	7	-2,097	6	0,081	0,79**
Paar 5	Interesse Geo. Post - Interesse Geo. Prä	0,143	1,215	0,459	7	,311	6	0,766	0,18
Paar 6	Mot. Introji.-extern. Post - Mot. Introji.-extern. Prä	0,857	0,781	0,295	7	2,903	6	0,027	1,10***
Paar 7	SK Geo. Post - SK Geo. Prä	0,357	0,934	0,353	7	-1,012	6	0,351	0,38*

Effektstärke p nach Cohen (1988)/Rost(2007), S.218: $d \geq 0,2$: kleiner Effekt; $d \geq 0,5$: mittlerer Effekt; $d \geq 0,8$: großer Effekt; Die Korrelationen der Testpaare sind mit Ausnahme des Testpaares „Motivation intrinsisch“ nicht signifikant

Tab. A 33: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 3)

Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 4: „Der deutlich Selbstbestimmtere“)									
		Gepaarte Differenzen			N	T	df	Sig. (2-seitig)	Effektstärke Cohens d
		Mittelwert (m)	Standardabweichung (s)	Standardfehler des Mittelwertes					
Paar 1	Mot. intrin. Post - Mot. intrin. Prä	1,050	0,489	0,082	36	12,87	35	0,000	2,15***
Paar 2	SDI Post - SDI Prä	3,239	1,346	0,224	36	14,44	35	0,000	2,41***
Paar 3	SK PC Post - SK PC Prä	0,130	0,396	0,066	36	1,96	35	0,058	0,33*
Paar 4	SK Satbild Post - SK Satbild Prä	0,788	0,562	0,094	36	8,41	35	0,000	1,40***
Paar 5	Interesse Geo. Post - Interesse Geo. Prä	0,083	0,500	0,083	36	1,00	35	0,324	0,17
Paar 6	Mot. Introji.-extern. Post - Mot. Introji.-extern. Prä	-0,261	0,525	0,088	36	-2,98	35	0,005	0,50**
Paar 7	SK Geo. Post - SK Geo. Prä	0,069	0,278	0,046	36	1,50	35	0,143	0,35*

Effektstärke p nach Cohen (1988)/Rost (2007), S.218: $d \geq 0,2$: kleiner Effekt; $d \geq 0,5$: mittlerer Effekt; $d \geq 0,8$: großer Effekt. Die Korrelationen der Testpaare sind alle auf 0,001 Niveau signifikant

Tab. A 34: T-Test bei gepaarten Stichproben (Cluster 4)

C Fragebogen (Prätest)

Lieber Schüler, liebe Schülerin,

Dieser Fragebogen ist Teil eines Forschungsprojekts. Jede deiner Antworten ist wichtig und trägt dazu bei, dass der Unterricht in der Schule in Zukunft besser und interessanter wird. Es ist uns wichtig, dass du die Fragen sorgfältig liest und ehrlich deine Meinung sagst. Es gibt keine falschen Antworten, wichtig ist uns was du denkst. Bitte bearbeite alle Fragen der Reihe nach.

Selbstverständlich erfährt deine Lehrerin/dein Lehrer nichts von deinen Antworten. Die Untersuchung dient ausschließlich Forschungszwecken.

Vielen Dank für Deine Mitarbeit und viel Spaß beim Ausfüllen!

Personencode:

Der Personencode setzt sich aus dem ersten Buchstaben der **Straße** in der du wohnst, dem zweiten Buchstaben deines **Vornamens**, dem dritten Buchstaben deines **Nachnamens** und deinem **Geburtstag** zusammen.

Beispiel: Der Code für die in der **Bahnhofsstraße** (1. Stelle) wohnende **Sonja Schmidt** (2. und 3. Stelle), die am **27. Juni** Geburtstag (4.Stelle) hat, lautet: **BOH27**.

A. Zuerst ein paar Angaben zu deiner Person

1. Geschlecht:

☐ männlich

☐ weiblich

2. Alter:

_____ Jahre

3. Schulart:

☐ Gymnasium

☐ Realschule

☐ Sonstige: _____

4. Klasse:

☐ 7.

☐ 8.

☐ 9.

☐ 10.

5. Ich bin in diesem Land geboren: _____

6. Meine Eltern sind in diesen Ländern geboren:

Mutter: _____ Vater: _____

7. Welche Note hattest du im letzten Schuljahreszeugnis in den Fächern/Fachverbünden:

EWG: _____

Deutsch: _____

Mathematik: _____

NWA: _____

C. Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG

Auf dieser Seite geht es speziell das Lernen in dem Fach Geographie/EWG.

Bitte lies Dir jede Aussage sorgfältig durch. Schätze dann ein, wie gut jede Aussage auf Dich zutrifft. Kreuze bitte jene Zahl an, die auf dich am besten passt. **In jeder Zeile** darf **nur ein Kreuz** gesetzt werden.

1. Das Fach Erdkunde/EWG Geographie interessiert mich...	überhaupt nicht	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr
2. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie/EWG können müssen, halte ich mich für...	nicht begabt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr begabt
3. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie/EWG Geographie können müssen, meine ich, dass mir das Lernen von neuen Sachen in Geographie/EWG...	schwer fällt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leicht fällt
4. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie/EWG Geographie können müssen, finde ich, dass ich mit den Aufgaben in Geographie/EWG ...	nicht gut zurecht komme	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	gut zu recht komme
5. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie/EWG Geographie können müssen, glaube ich, dass ich ...	nicht intelligent bin	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	intelligent bin
6. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie/EWG Geographie können müssen, finde ich, dass ich ...	wenig kann	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	viel kann
7. In Geographie/EWG bin ich ...	Weniger begabt als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	begabter als früher
8. Das Lernen von neuen Sachen in Geographie/EWG Geographie fällt mir ...	Schwerer als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als früher
9. Ich komme mit den Aufgaben in Geographie/EWG...	Schlechter zurecht als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	besser zurecht als früher
10. Ich bin ...	Weniger intelligent als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	intelligenter als früher
11. Die Aufgaben in Geographie/EWG fallen mir...	Schwerer als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als früher
12. Ich kann in Geographie/EWG ...	Weniger als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	mehr als früher
13. Ich denke, ich bin in Geographie/EWG ...	Weniger begabt als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	mehr begabt als meine Mitschüler(inne)n
14. Etwas Neues zu lernen fällt mir...	Schwerer als meinen Mitschüler (inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als meinen Mitschüler(inne)n
15. Mit den Aufgaben in Geographie/EWG komme ich ...	Schlechter zurecht als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	besser zurecht als meine Mitschüler(inne)n
16. Ich bin...	Weniger intelligent als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	intelligenter als meine Mitschüler(inne)n
17. Ich kann in Geographie/EWG ...	Weniger als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	mehr als meine Mitschüler(inne)n
18. Die Aufgaben in Geographie/EWG fallen mir...	Schwerer als meinen Mitschüler (inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als meinen Mitschüler(inne)n
19. Ich bin in Geographie/EWG ...	Nicht begabt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr begabt
20. Neues zu lernen fällt mir in Geographie/EWG ...	schwer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leicht
21. Ich bin...	Nicht intelligent	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr intelligent
22. Ich kann in Geographie/EWG ...	wenig	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	viel
23. In Geographie/EWG fallen mir Aufgaben...	schwer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leicht

D Abschlussfragebogen (Posttest 1, Posttest 2)

Personencode:

Der Personencode setzt sich aus dem ersten Buchstaben der **Straße** in der du wohnst, dem zweiten Buchstaben deines **Vornamens**, dem dritten Buchstaben deines **Nachnamens** und deinem **Geburtstag** zusammen.

Beispiel: Der Code für die in der **Bahnhofsstraße** (1. Stelle) wohnende **Sonja Schmidt** (2. und 3. Stelle), die am **27. Juni** Geburtstag (4.Stelle) hat, lautet: **BOH27**.

A. Fragen zum Lernen mit Satellitenbildern:

Die folgenden Fragen beziehen sich auf dein eigenes Lernen. Bitte versuche möglichst genau zu antworten, was die Gründe für dein Lernen mit Satellitenbildern sind. In jeder Zeile darf **nur ein Kreuz** gesetzt werden.

Ich arbeite und lerne mit Satellitenbildern ...	Stimmt überhaupt nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt teils/teils	Stimmt eher	Stimmt völlig
1. ... weil es mir Spaß macht damit zu arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ... weil ich möchte, dass mein/e Lehrer/in denkt, ich bin ein/e gute/r Schüler/in.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ... um später eine bestimmte Ausbildung machen zu können (z.B. Schule, Lehre oder Studium).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ... weil ich sonst von zu Hause Druck bekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ... weil ich neue Dinge lernen möchte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ... weil ich ein schlechtes Gewissen hätte, wenn ich mich zu wenig mit den Bildern beschäftigen würde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ... weil ich damit mehr Möglichkeiten bei der späteren Berufswahl habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ... weil ich sonst Ärger mit meinem/r Lehrer/in bekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ... weil ich es genieße, mich mit diesen Bildern „von oben“ auseinanderzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ... weil ich möchte, dass die anderen Schüler/innen von mir denken, dass ich ziemlich gut bin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. ... weil ich mit dem Wissen in diesem Bereich später einen besseren Job bekommen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. ... weil ich sonst schlechte Noten bekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. ... weil ich gerne Aufgaben mit Hilfe von Satellitenbildern löse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. ... weil ich mich vor mir selbst schämen würde, wenn ich es nicht tun würde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. ... weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. ... weil ich es einfach lernen muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. ... weil ich gerne über Fragestellungen in Erdkunde mit Hilfe von Satellitenbildern nachdenke.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B. Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Fach Geographie/EWG

Auf dieser Seite geht es speziell das Lernen in dem Fach Geographie/EWG.

Bitte lies Dir jede Aussage sorgfältig durch. Schätze dann ein, wie gut jede Aussage auf Dich zutrifft. Kreuze bitte jene Zahl an, die auf dich am besten passt. In jeder Zeile darf **nur ein Kreuz** gesetzt werden.

1. Das Fach Geographie/EWG interessiert mich...	überhaupt nicht	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr
2. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie /EWG können müssen, halte ich mich für...	nicht begabt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr begabt
3. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie /EWG können müssen, meine ich, dass mir das Lernen von neuen Sachen in Geographie /EWG. . .	schwer fällt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leicht fällt
4. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie /EWG können müssen, finde ich, dass ich mit den Aufgaben in Geographie. . .	nicht gut zurecht komme	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	gut zurecht komme
5. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie /EWG können müssen, glaube ich, dass ich . . .	nicht intelligent bin	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	intelligent bin
6. Wenn ich mir angucke, was wir in Geographie /EWG können müssen, finde ich, dass ich . . .	wenig kann	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	viel kann
7. In Geographie /EWG bin ich ...	Weniger begabt als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	begabter als früher
8. Das Lernen von neuen Sachen in Geographie /EWG fällt mir . . .	Schwerer als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als früher
9. Ich komme mit den Aufgaben in Geographie /EWG. . .	Schlechter zurecht als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	besser zurecht als früher
10. Ich bin ...	Weniger intelligent als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	intelligenter als früher
11. Die Aufgaben in Geographie /EWG fallen mir...	Schwerer als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als früher
12. Ich kann in Geographie /EWG ...	Weniger als früher	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	mehr als früher
13. Ich denke, ich bin in Geographie /EWG ...	Weniger begabt als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	mehr begabt als meine Mitschüler(inne)n
14. Etwas Neues zu lernen fällt mir...	Schwerer als meinen Mitschüler (inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als meinen Mitschüler(inne)n
15. Mit den Aufgaben in Geographie /EWG komme ich ...	Schlechter zurecht als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	besser zurecht als meine Mitschüler(inne)n
16. Ich bin...	Weniger intelligent als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	intelligenter als meine Mitschüler(inne)n
17. Ich kann in Geographie /EWG ...	Weniger als meine Mitschüler(inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	mehr als meine Mitschüler(inne)n
18. Die Aufgaben in Geographie /EWG fallen mir...	Schwerer als meinen Mitschüler (inne)n	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leichter als meinen Mitschüler(inne)n
19. Ich bin in Geographie /EWG ...	Nicht begabt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr begabt
20. Neues zu lernen fällt mir in Geographie /EWG ...	schwer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leicht
21. Ich bin...	Nicht intelligent	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	sehr intelligent
22. Ich kann in Geographie /EWG ...	wenig	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	viel
23. In Geographie /EWG fallen mir Aufgaben...	schwer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	leicht

E Arbeitsmaterialien

Mexicali



Hallo, ich bin Lewis, ich führe dich durch das Programm BLIF. Unsere gemeinsame Reise geht heute in die Steppe von **Mexicali – einer mexikanischen Stadt an der Grenze zum US-Bundesstaat Kalifornien**. In der Grenzregion USA-Mexiko gibt es zahlreiche Konflikte. Einen dieser Hauptstreitpunkte sollst du im Folgenden näher untersuchen...

“Border Fight Focuses on Water, Not Immigration”

Quelle: New York Times (7.7.2006)

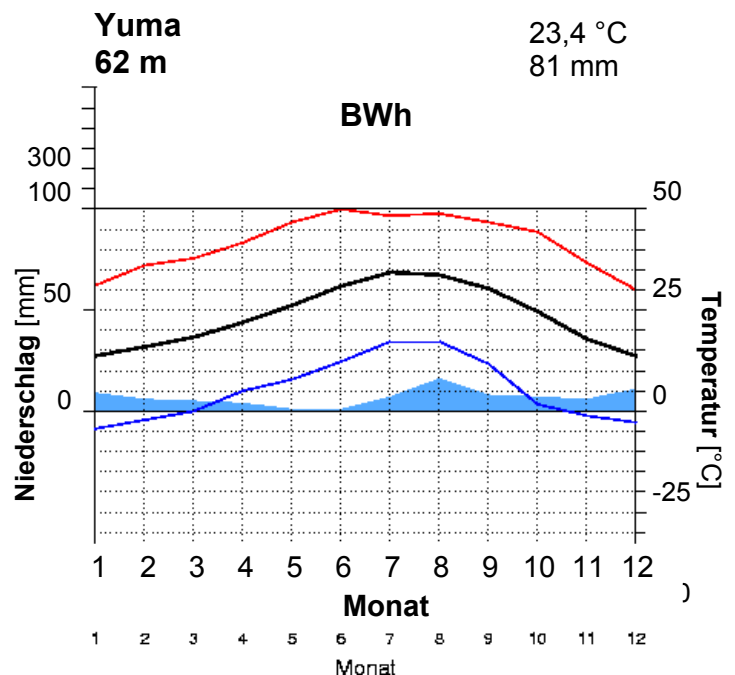


<http://travel2.nytimes.com/2006/07/07/us/07border.html>
23.06.2010

Luis Hernández überprüft die Bewässerung seiner Farm bei Mexicali. Er ist sehr besorgt auf Grund der Pläne der US-Regierung, die beabsichtigt den vorhandenen Bewässerungskanal umzulegen. Damit würde den mexikanischen Landwirten viele 100 Mrd. Liter wertvolles Wasser abgeschnitten werden.

Arbeitsaufträge

- A.) Begründe unter Verwendung des Klimadiagramms von Yuma/Mexicali (siehe rechts), weshalb sich der mexikanische Farmer „Luis Hernández“ so besorgt zeigt.



- B.) Überprüfe mit Hilfe von BLIF, welche Aussagen du über die Wasserverteilung im Großraum Mexicali treffen kannst. Bearbeite hierzu die Aufgaben 1-11.

Im folgenden Teil wirst du mit dem **Programm BLIF (Blickpunkt Fernerkundung)** arbeiten.

Mit Hilfe des Programms kannst du mit original Satellitenbildern arbeiten und damit die Landnutzung auf mexikanischem Gebiet und auf der US-amerikanischen Seite der Grenze vergleichen. Hierzu wirst du ein **Satellitenbild von 2000** untersuchen.



- 1) Startseite von BLIF öffnen:

<http://blif.de>
und anmelden

- 2) Starte die Software BLIF

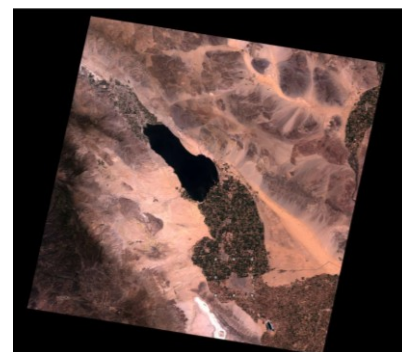
Unter dem Menüpunkt „Ausschnitt erstellen und ggf. Landsat-Kacheln hochladen“ die Kachel [elp039r037_7t20000503_Mexicali.tar.gz](http://blif.de/elp039r037_7t20000503_Mexicali.tar.gz) ausschneiden.

3) Satellitenbild lesen

a) Kreuze an, was du im Satellitenbild (ggf. auch durch Verwendung des vergrößerten Ausschnitts) erkennen kannst.

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> See | <input type="checkbox"/> Straßen | <input type="checkbox"/> Fluss |
| <input type="checkbox"/> Bushaltestelle | <input type="checkbox"/> Kirche | <input type="checkbox"/> Salzsee |
| <input type="checkbox"/> Sanddüne | <input type="checkbox"/> Siedlung | <input type="checkbox"/> Bahnhof |
| <input type="checkbox"/> Fels-Landschaft | <input type="checkbox"/> Schule | <input type="checkbox"/> Straßenlaterne |
| <input type="checkbox"/> Landwirtschaftlich genutzte Felder | <input type="checkbox"/> Brachliegende Felder | |
| <input type="checkbox"/> Staatsgrenze | <input type="checkbox"/> Minigolf-Platz | |

b) Unterteile das Bild in verschiedene Bereiche (z.B. Stadtgebiet, Bewässerungsland, ...). Benenne diese und markiere sie in der Abbildung rechts.



c) Vergleiche die einzelnen Bildelemente hinsichtlich Größe, Form, Erscheinungsbild (z.B. Symmetrie) und Vorkommen miteinander.

d) Stelle eine Vermutung auf, wo Luis Hernández lebt. Kreuze die entsprechende Stelle auf dem Satellitenbild an. Begründe deine Meinung und diskutiere mit deinem Nachbarn darüber.

Auswahl des Untersuchungsgebietes

Wähle den Bildausschnitt mit dem US-amerikanischen Teil der Grenzregion.

X/Y (Größe) in Pixeln: 500/ 500

(**Rahmen** um das Untersuchungsgebiet ziehen und „**ausschneiden**“)

4) Betrachte den Satellitenbildausschnitt genau.

a) Beschreibe, was du erkennen kannst.

b) Gib dem Bild einen Namen.

5) Bildverbesserung

Um das Bild kontrastreicher und „schärfer“ zu sehen, führe nun die Bildverbesserung durch.

(Nur für Profis: Betrachte vor und nach dem Strecken den Verlauf des Histogramms eines Kanals. Wie verändert sich das Histogramm durch die Streckung? Erkläre damit, weshalb der Bildausschnitt plötzlich „scharf“ geworden ist.)

6) Farbbild erzeugen

Wechsle zwischen den Kanalkombinationen (R=3 G=2 B=1; R=4 G=3 B=2 und R=5 G=4 B=3).

Du wirst dabei feststellen, dass die einzelnen Bildelemente (wie Vegetation, Wasser, Siedlungen, ...) in unterschiedlichen Farben dargestellt werden.

a) Trage die beobachteten Farben in die Tabelle ein.

b) Welche Bildteile kannst du nicht eindeutig bestimmen? Diskutiere mit deinem Nachbarn darüber.

c) Unterscheide die Bildelemente nach „**natürlichen Elementen**“ und „**vom Menschen „geschaffenen“ Elementen**“. (Diskutiere mit deinem Nachbarn darüber und markiere dein Ergebnis in der Tabelle)

Bildelement	R=3 G=2 B=1 (Echtfarben-Bild)	R=4 G=3 B=2 (Falschfarben-Bild)	R=5 G=4 B=3 (Falschfarben-Bild)	natürlich	vom Menschen „geschaffen“
„gesunde“ Felder	<i>dunkelgrün</i>				<i>x</i>
„ungesunde“ Felder					
Unbewachsener Boden					
Wasser					
Siedlung					
Straße					

d) Untersuche die Kombinationen, die sich besonders gut eignen zur Darstellung/ zum Hervorheben von:

„gesunde“ Felder R=___ G=___ B=___

Unbewachsener Boden R=___ G=___ B=___

„ungesunde“ Felder R=___ G=___ B=___

Wasser R=___ G=___ B=___

7) Vegetationsindex „NDVI“

a) Beschreibe die Unterschiede, die dir hinsichtlich der „Gesundheit der Vegetation“ beidseits der Grenze auffallen.

b) Erkläre, wie sich diese Gegensätze begründen lassen?

c) Erkläre den unterschiedlichen NDVI innerhalb der Bewässerungsflächen.

8) Unüberwachte Klassifikation

Erstelle eine „unüberwachte Klassifikation“. Verändere dabei die Klassenanzahl (maximal 8 Klassen) und bewerte die Ergebnisse.

Nicht gut gelungen ist die (rote/ grüne/ ...) _____ Klasse, da _____

Gut gelungen ist die _____ Klasse, da _____

9) Überwachte Klassifikation

Erstelle eine „überwachte Klassifikation“. Über den **Info-Button** erfährst du wie du dabei sinnvoll vorgehst.

(Denke daran deine „**Sitzung**“ zu speichern bevor du mit „**Starten**“ die Klassifikation durchführen lässt. Dadurch hast die Möglichkeit über „**Sitzung laden**“ deine Klassifikation zu verbessern.)

Hinweis: Stimme dich mit deinem Sitznachbarn bei der Wahl der Klassen und der jeweiligen Klassenfarben ab!

Bewerte das Ergebnis:

a) Beschreibe, wo die Klassifikation gut gelungen ist.

b) Benenne die Schwächen und versuche, zu erklären, was die möglichen Ursachen hierfür sein könnten.

10) Unterschiede in der Landnutzung USA - Mexiko

Vergleiche die von dir erstellte Landnutzungskarte (USA) mit der deines Sitznachbarn, der die mexikanische Grenzregion bearbeitet hat. Diskutiert darüber in welchen Klassen (z.B. Stadtgebiet, Bewässerungsland, ...) sich am deutlichsten Unterschiede erkennen lassen?

Zusatzaufgabe:**11) Veränderungen an der „Laguna Salada“ von 1989- 2000**

- a) Öffne nun das Landsat-Satellitenbild [etp039r37_5t19890427_Mexicali.tar.gz](#) aus dem Jahr **1989**, wähle als neues Untersuchungsgebiet die „Laguna Salada“ (langgestreckter See südwestlich von Mexicali) und **erstelle eine überwachte Klassifikation**.
- b) Öffne anschließend noch einmal das Landsat-Satellitenbild aus dem Jahr **2000**: [elp039r037_7t20000503_Mexicali.tar.gz](#) und **erstelle eine überwachte Klassifikation**.
- c) **Vergleiche die erstellten Landnutzungskarten von 1989 und 2000** miteinander und beschreibe die erkennbaren Veränderungen.

- C.) Bewerte unter Verwendung deiner Ergebnisse den „New York Times“ Titel:**
„Border Fight Focuses on Water, Not Immigration.“

Erforschen der Erdoberfläche mit den „Augen“ eines Satelliten... ...am Beispiele der Bananenplantagen in Costa Rica

Arbeitsaufträge:

1) Starte Diercke Globus Online.

- a) „Fliege“ nach **Weinheim** und suche die **Dietrich-Bonhoeffer-Schule**. Betrachte das (etwas ältere) Satellitenbild und nenne zwei Veränderungen, die du im Vergleich zu heute erkennen kannst:

- _____
- _____

- b) Bestimme die Länge des Schulgebäudes inkl. Grundschule (Verwende hierzu das **Lineal** in der **Werkzeugbox**).

Länge des Schulgebäudes: _____m

- c) Fliege nun von Weinheim nach Mittelamerika in die **Hauptstadt Costa Ricas**. Zur leichten Orientierung solltest du in der **Legende** die **Staatsgrenzen**, **Ortsnamen**, **Staatsnamen** und **Meeresnamen** anklicken.

Wie viele Kilometer hast du zurückgelegt? _____km

Benenne die Staaten und Meere, die du auf dem Weg passiert hast:

Meere: _____

Staaten: _____

- d) Erkunde in einer Flughöhe von ca. 180 km das Land **Costa Rica** im **3D-Modus** (Verwende hierzu den Schieberegler). Erkläre die Aussage: „**Costa Rica ist die Schweiz Mittelamerikas**“



- e) Costa Rica ist bekannt für seinen Bananenanbau. Der Anbau erfolgt in riesigen landwirtschaftlichen Großbetrieben (sogenannten Plantagen). Suche nun in Costa Rica **Bananenplantagen** und bestimme (mit Hilfe des Lineals) Länge und Breite einer „typischen“ Bananenplantage deiner Wahl:

Länge: _____m **Breite:** _____m

- f) Beschreibe die **räumliche Verteilung der Plantagen im Land**. (Wo befinden sich die Plantagen?)
Hinweis: Du kannst die **Karte „217 Mittelamerika- Bananenanbau“** als Hilfestellung verwenden

- g) Wie sieht so eine Plantage aus der Luft aus? Erkläre die zum Teil **unterschiedlichen Farben** (innerhalb) der Bananenplantagen.

- h) Suche die **Stadt Manila** (44 km nordwestlich der Hafenstadt **Limon**; östlich von **Siquirres**) und begib dich auf eine Flughöhe von 25 km. In der Tabelle sind verschiedene Bildelemente dargestellt, die dort zu finden sind. Gib den Bildelementen jeweils einen geeigneten Namen.

Im folgenden Teil wirst du mit dem **Programm BLIF (Blickpunkt Fernerkundung)** arbeiten. Mit Hilfe des Programms kannst du mit original Satellitenbildern arbeiten und damit Veränderung der Landnutzung in Costa Rica erforschen. Hierzu wirst du ein **Satellitenbild von 1986** untersuchen und dieses mit einem **Satellitenbild von 2001** vergleichen.



2. Startseite von BLIF öffnen:

<http://blif.de> und anmelden

3. Modus auswählen

Wähle den Modus „**Profi-Assistent**“ aus und klicke auf „**Modus ändern**“.

4. „Original“ Satellitenbild anzeigen lassen

Unter dem Menüpunkt „**Ausschnitt erstellen und ggf. Landsat-Kacheln hochladen**“ die Kachel „**etp015r053_5t19860206.tar.gz**“ ausschneiden.

5. Auswahl des Untersuchungsgebietes

Wähle den Bildausschnitt von der Stadt „**Manila**“

X/Y (Größe) in Pixeln: 614/ 314.

(**Rahmen** um das Untersuchungsgebiet ziehen, dem gewählten Ausschnitt den Namen „**Manila**“ geben und „**ausschneiden**“)

Im Folgenden wir dich der Assistent „**Lewis**“ durch das Programm führen. Achte auf seine Hinweise



6. Darstellung des Satellitenbildes verbessern

Führe die drei Schritte die „**Lewis**“ dir empfiehlt durch.

(Nur für Profis: Betrachtet vor und nach dem Strecken den Verlauf des Histogramms eines Kanals. Wie verändert sich das Histogramm durch die Streckung? Erkläre damit weshalb der Bildausschnitt plötzlich „scharf“ geworden ist.

7. Kanalkombinationen

Wechsle zwischen den Kanalkombinationen (=Komposit) (**R=3 G=2 B=1**; **R=4 G=3 B=2** und **R=5 G=4 B=3**).

Du wirst dabei feststellen, dass die einzelnen Bildelemente (wie Regenwald, Wasser, Siedlungen, ...) in unterschiedlichen Farben dargestellt werden. Trage die beobachteten Farben in die Tabelle ein.

Bildelement	R=3 G=2 B=1 (Echtfarben-Bild)	R=4 G=3 B=2 (Falschfarben-Bild)	R=5 G=4 B=3 (Falschfarben-Bild)	natürlich	Vom Menschen geschaffen
Regenwald	<i>dunkelgrün</i>				X
Plantage					
Unbewachsene Felder					
Wasser					
Siedlung					
Wiesen/ Weiden					

a) Welche Bildteile kannst du nicht eindeutig bestimmen? Diskutiere mit deinem Nachbarn darüber.

b) Unterscheide die Bildelemente nach „**natürlichen Elementen**“ und „**vom Menschen „geschaffenen“ Elementen**“. (Diskutiere mit deinem Nachbarn darüber und markiere dein Ergebnis in der Tabelle)

c) Untersuche die Kombinationen, die sich besonders gut eignen zur Darstellung/ zum Hervorheben von:

Regenwald	R=___ G=___ B=___	Plantage	R=___ G=___ B=___
Straße	R=___ G=___ B=___	Rodungsfläche	R=___ G=___ B=___
Siedlung	R=___ G=___ B=___	Wasser	R=___ G=___ B=___

8. Unüberwachte Klassifikation

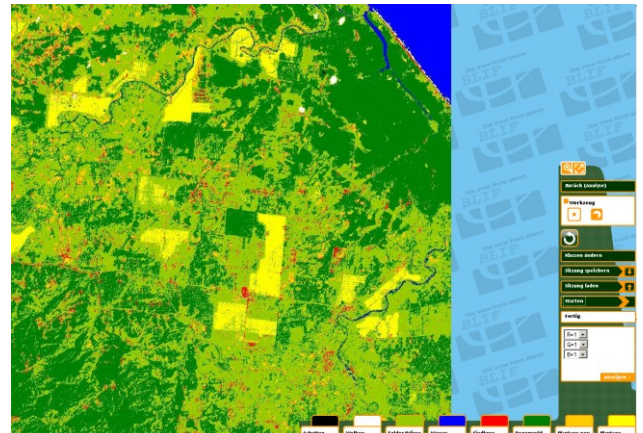
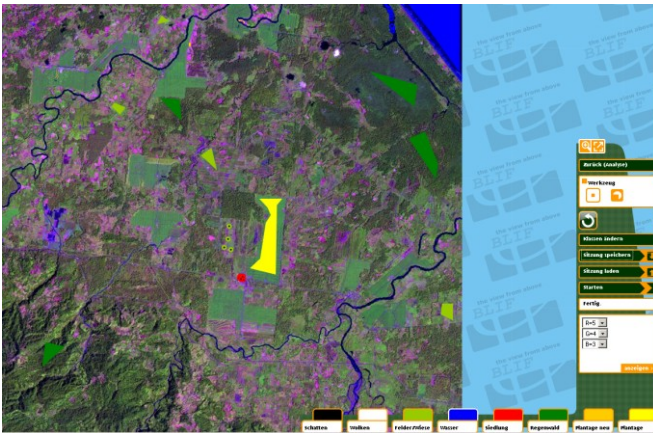
Erstelle eine „unüberwachte Klassifikation“. **Verändere** dabei die **Klassenanzahl** (maximal 8 Klassen) und bewerte die Ergebnisse:

Nicht gelungen ist die (blaue, grüne, rote, ...) _____ Klasse, da _____

9. Überwachte Klassifikation

Erstelle eine „überwachte Klassifikation“. Über den **Info-Button** erfährst wie du dabei sinnvoll vorgehst. (Denke daran, deine „**Sitzung**“ zu speichern bevor du mit „**Starten**“ die Klassifikation durchführen lässt. Dadurch hast du die Möglichkeit, über „**Sitzung laden**“, deine Klassifikation zu verbessern.)

Hinweis: Stimme dich mit deinem Sitznachbarn bei der Wahl der Klassen und der jeweiligen Klassenfarben ab!



Bewerte dein Ergebnis:

a) Beschreibe, wo die Klassifikation besonders gelungen ist.

b) Benenne die Schwächen und versuche, zu erklären, was die möglichen Ursachen hierfür sein könnten.

10. Veränderung der Landnutzung von 1986- 2001

a) **Vergleiche die von dir erstellte Landnutzungskarte (von 1986) mit der deines Sitznachbarn, der das Satellitenbild von 2001 bearbeitet hat.** Diskutiert darüber in welchen Klassen (z.B. Plantage, Regenwald,...) sich am deutlichsten Veränderungen erkennen lassen?

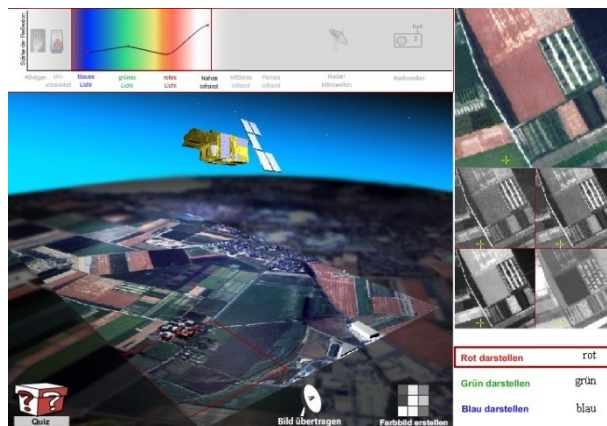
b) Erkläre mit Hilfe eures Ergebnisses die folgende Aussage: „**Multinationale Bananenkonzerne treiben die „Bananisierung“ des Landes unaufhörlich voran und machen den Baum des Paradieses zu einem Baum der Hölle.**“

Zusatzaufgabe: Dem Unsichtbaren auf der Spur- Warum sehen wir Gegenstände farbig?

- Öffne die Datei „Labor_BLIF.exe“ (unter Laufwerk „Y“ → „GIS-Station“ → „BLIF“ → „Labor BLIF“) und folge den Anweisungen des Professors.
- Ergänze danach die folgende Aussagen:
 - Die **Lampe** des Versuches steht in Wirklichkeit für die _____
Die **Kamera** befindet sich in der Realität auf einem _____ und misst die _____
(= das Licht, das _____)
 - Das für uns sichtbare Licht setzt sich aus den Lichtbereichen: R_____, G_____, B_____ zusammen.
- Was kannst du am Monitor beobachten wenn du mit der Kamera über die folgenden Oberflächen fährst?
 - Grüner Kaktus:** Der Kaktus reflektiert das _____ Licht stärker als die anderen Bereiche des Lichtes.
 - Weißes Ei:** Das weiße Ei reflektiert _____
 - Schwarze Tischauflage:** Die schwarze Tischauflage _____

**Zusatzaufgabe: Satellitenflug- Was können Satelliten „sehen“?**

- Öffne die Datei „Satflug_BLIF.exe“ (unter Laufwerk „Y“ → „GIS-Station“ → „BLIF“ → „Satflug_ BLIF“) und erstelle aus den **einzelnen Kanälen** (Lichtbereichen), die der Satellit aufgenommen, hat ein **Farbbild**.
Dazu musst du wie folgt vorgehen:
 - Klicke auf „**Bild übertragen**“, um einen gewünschten Satellitenbildausschnitt näher untersuchen zu können
 - Erstelle nun ein Farbbild aus den **vier aufgenommen Kanälen** des „**blauen**“, „**grünen**“, „**roten**“ und „**infraroten**“ Lichtes. Lege hierzu fest, welcher der vier Kanäle **rot** dargestellt, welcher **grün** dargestellt und welcher **blau** dargestellt werden soll. Klicke anschließend auf „**Farbbild erstellen**“.



Aus wie vielen Kanälen (Lichtbereichen) erzeugst du ein Farbbild?

Zur Auswahl stehen mir _____ Kanäle. Um ein Farbbild zu erzeugen nutze ich jedoch nur _____ Kanäle.

- Klicke nun im erzeugten Farbbild auf eine beliebige Stelle (zum Bsp. auf eine Waldfläche, ein Hausdach oder eine Straße) und betrachte die jeweilige **Reflexionskurve** - also den Verlauf des zurückgestrahlten Lichtes.

Vergleiche die Reflexionskurve von einer **grünen Fläche** (z.B. Wiese) mit der einer **unbewachsenen Fläche** (z.B. Ackerboden).

- _____

M1: Bananenanbau und Exportentwicklung in Costa Rica

1. Beschreibe die Wertentwicklung (siehe Exportwert in 1000\$) der aus Costa Rica ausgeführten Bananen.

Zusatzaufgabe: Stelle Vermutungen an, weshalb die Arbeiter auf den Banenplantagen von dieser Entwicklung nicht profitieren.

2. Vergleiche die Entwicklung der **Gesamtproduktion** mit der **Anbaufläche**. Begründe weshalb sich die beiden Bereiche nicht parallel verlaufend entwickelt haben.

3. Vergleiche die Entwicklung der Bananen- **Gesamtproduktion** und deren **Exportwert** miteinander.

Zusatzaufgabe: Überlege dir womit die Schwankungen des Exportwertes in den vergangenen 15 Jahren zusammenhängen könnten.

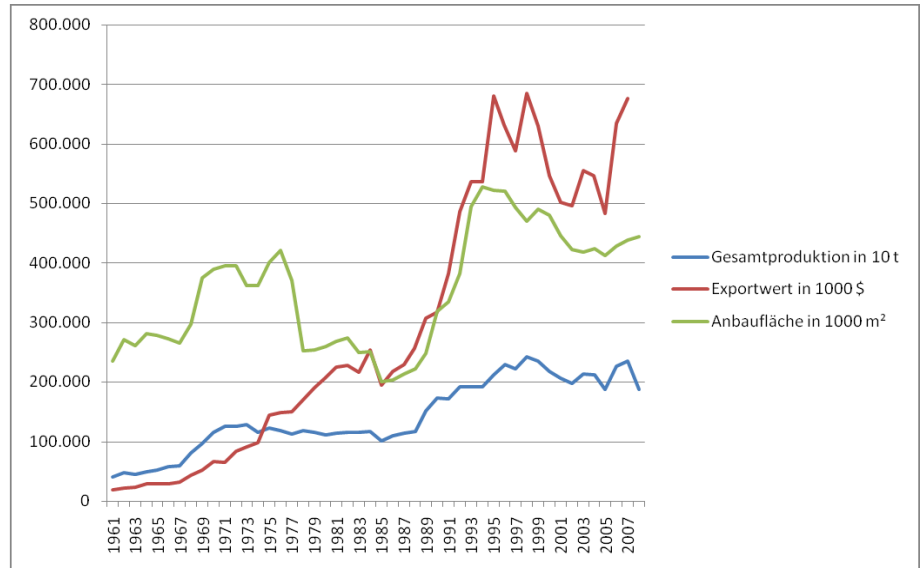


Abb.1: Vergleich von Gesamtproduktion, Exportwert und Anbaufläche von Bananen in Costa Rica (Datengrundlage: <http://faostat.fao.org>)

M2: Bananenanbau in Mittelamerika

4. Überprüfe mit Hilfe des Diagramms (M1) sowie der Karte (M2) die folgenden Aussagen:

a) „Ein Großteil der in Costa Rica angebauten Bananen wird für den Eigenbedarf verwendet.“

b) „Im Jahr 2005 wurden weltweit 16,2 Mio Tonnen Bananen exportiert. Fast die Hälfte dieser Bananen stammen aus Ecuador bzw. Costa Rica.“

c) „Costa Ricas Wirtschaft war vor 50 Jahren genau so abhängig vom Bananenexport wie heute.“

5. Vergleiche die Entwicklung des Bananexportes von Costa Rica mit der zwei anderer mittelamerikanischer Staaten. Analysiere hierbei sowohl deren Unterschiede als auch die Gemeinsamkeiten.

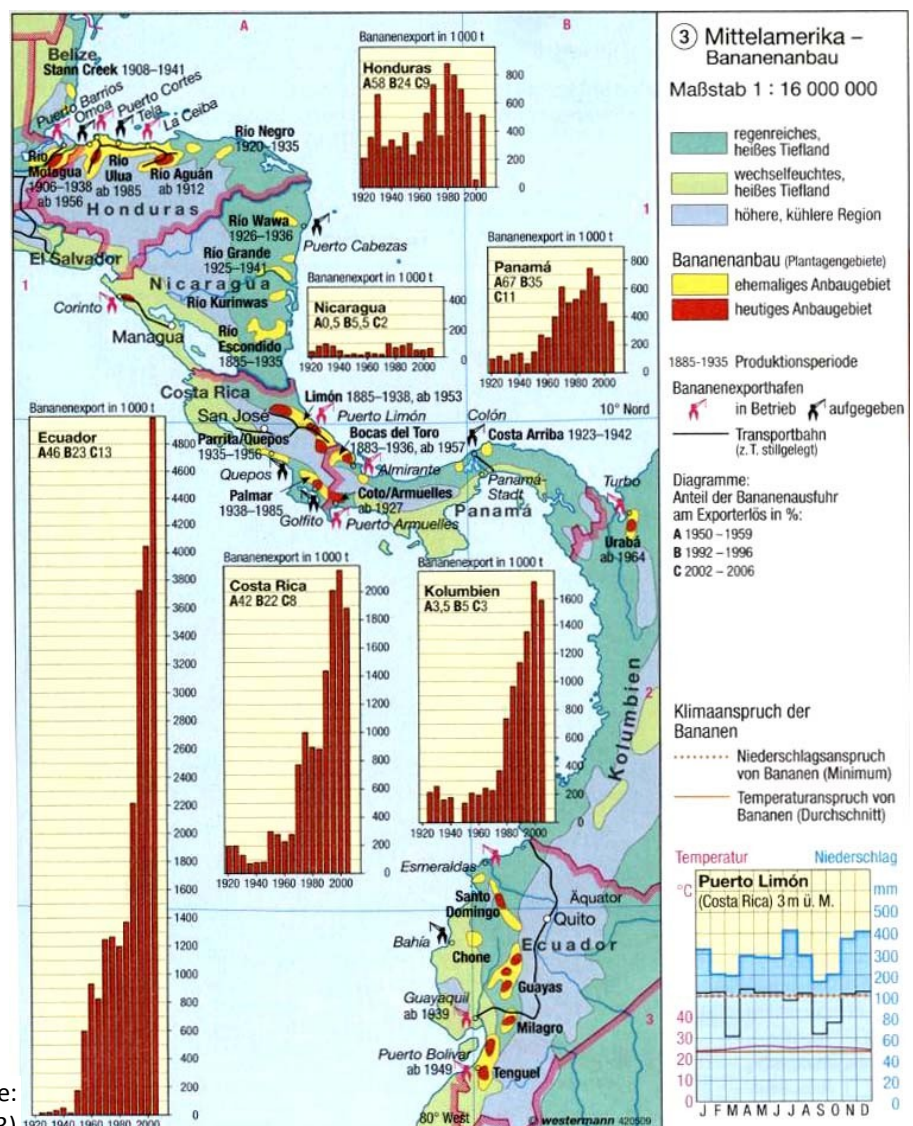


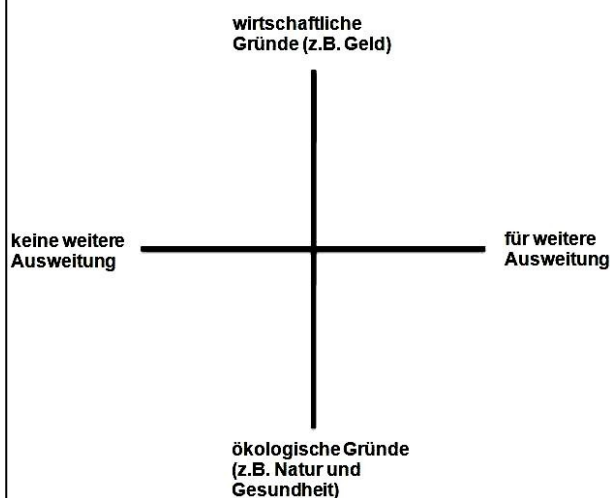
Abb.2 Bananenanbau in Mittelamerika (Quelle: Diercke Weltatlas 2008; S.217; Karte3)

M3: Sollen die Bananenplantagen in Costa Rica weiter ausgeweitet werden?

6. Bearbeite die folgende Aufgabe in Partnerarbeit:

- Nehmt euch ein kariertes Din-A4-Blatt und zeichnet darauf ein so genanntes Wertequadrat (wie in der Abbildung rechts) auf. Beide Linien sind jeweils 10 cm lang.
- Lest euch nun die Aussagen der unterschiedlichen Personen (siehe unten) durch und klärt, ob ihr alles verstanden habt oder ob es vielleicht Begriffe oder Sätze gibt, die euch nicht ganz klar sind.
- Tragt mit Bleistift die Nummer der Person an die Stelle auf der waagrechten Linie ein, wo sie eurer Meinung nach am besten passt.
- Überlegt euch, an welcher Stelle der senkrechten Linie die Personen einzuordnen sind, tragt die entsprechende Zahl auf der Linie ein.
- Wie beim Einzeichnen von Koordinaten in ein Koordinatensystem zeichnet ihr nun von beiden Linien im 90°-Winkel Hilfslinien ein und tragt die Nummer jeweiligen Personen beim Schnittpunkt der beiden Linien ein.

Sollen die Bananenplantagen in Costa Rica weiter ausgeweitet werden?



1) Diego Fernandez (Plantagenarbeiter):

„Seit die multinationalen Bananenkonzerne da sind, hat sich vieles hier verändert. Versprochen haben sie uns ein besseres Leben: eine Arbeit, mit der man viel Geld verdienen kann, gute Straßen, Kaufhäuser, einfach eine bessere Versorgung mit allem, was zum Leben gehört. Ein bisschen besser ist die Lebenssituation auch geworden, aber einen großen Teil der Regenwälder haben wir verloren, weil sich dort nun die Plantagen befinden und auch unsere Rechte sind inzwischen eingeschränkt. Aber auch wenn ich nun regelmäßig Arbeit habe und immer rechtzeitig mein Geld bekomme, reicht das Geld nur für die nötigste Versorgung. Sparen kann ich nichts.“

2) Pedro Sánchez (Arzt in der Stadt Matina):

„Ständig kommen die Bananenarbeiter zu mir, weil sie schwer krank sind, aber ich kann ihnen nicht helfen, schließlich haben sie nicht genug Geld und ich kann auch nicht jeden umsonst behandeln, sonst bleibt mir auch kein Geld zum Leben. Die Arbeiter sind auf der Plantage ständig in Berührung mit Pflanzenschutzmitteln, aber auch zu Hause sind sie nicht vor den Giften geschützt, weil auch schon die Böden und das Wasser vergiftet sind.“

3) Martin Maier (Student in Deutschland):

„Heute habe ich mir mal wieder Bananen gekauft. Die waren gerade im Angebot und somit richtig günstig. Als ich dann auch noch gemerkt habe, dass die Bananen ja einen richtig weiten Weg bis nach Deutschland hinter sich hatten (sie kommen aus Costa Rica), habe ich mich zwar ein bisschen gewundert, dass ich trotzdem nicht viel bezahlen musste, aber dafür habe ich mich dann eben gleich doppelt gefreut. Ich würde mich freuen, wenn sie so günstig bleiben würden, da ich sowieso nur in meinen Ferienjobs ein bisschen Geld verdiene.“

4) Julia Rombach (Naturschützerin aus Deutschland):

„Ich finde es unerhört, wie viel Regenwald gerodet wird, um immer mehr Bananenplantagen anlegen zu können. Die Vielfalt der Pflanzen und Tiere im Regenwald ist dadurch gefährdet. Durch die Monokultur der Plantagen, also dass über eine riesige Fläche immer die gleiche Frucht angebaut wird, ist die Gefahr groß, dass die Bananenpflanzen von Schädlingen befallen werden. Deshalb benutzen die Plantagenbetreiber viele Pflanzenschutzmittel und vergiften dadurch die Natur.“

Thema: _____



Hallo, ich bin Lewis, eventuell kennst du mich ja schon.
Ich möchte mit dir heute folgenden Geräuschen näher auf den Grund gehen:
<http://www.youtube.com/watch?v=5IUuVXOGtY> oder <http://www.youtube.com/watch?v=IjkbAHVmYGo>
(Schalte hierzu den Monitor vorerst einmal aus und konzentriere dich nur auf die Geräusche.)

Hast du eine Idee worum es sich handeln könnte?

Dazu wollen wir uns zwei _____ der Erde näher anschauen. Du wirst dich mit dem **Vesuv** (Italien) beschäftigen, dein Nachbar wird sich über den **Ätna** (Italien) informieren. Anschließend vergleicht ihr, was ihr herausgefunden habt.



Quellen:

- 1: http://de.academic.ru/pictures/dewiki/78/Napoli_and_Vesuvius.jpg (16.02.2011)
2: <http://www.guidearcheocampania.it/Deu/vesuvio.htm> (26.07.2010)
3: http://www.aeria.phil.uni-erlangen.de/galerie_html/vesuv/vesuv01.jpg (26.07.2010)

Arbeitsaufträge:

1) Alle drei Bilder zeigen den Vesuv. Beschreibe, was du jeweils siehst.

- 1: _____
2: _____
3: _____

2) a) Beschreibe alle Bildelemente, die du auf dem Satellitenbild erkennen kannst. (ggf. auch durch **Verwendung des vergrößerten Ausschnitts** )



Quelle: BLIF

b) An welchen Stellen des oben abgebildeten Ausschnittes könnte folgendes möglich sein:

- A. Schwimmen
- B. Einkaufen
- C. Wandern
- D. Obst und Gemüse anbauen
- E. Mit einem Schiff losfahren
- F. Spazieren gehen

Im folgenden Teil wirst du mit dem **Programm BLIF (Blickpunkt Fernerkundung)** arbeiten. Mit Hilfe des Programms kannst du mit originalen Satellitenbildern arbeiten und damit die Landnutzung im Bereich verschiedener Vulkane der Erde miteinander vergleichen.



3) **Startseite von BLIF öffnen:**

<http://schulblif.leiner-wolff.de>

und anmelden.

4) **Starte die Software BLIF:**

Unter dem Menüpunkt „Landsat-Kacheln hochladen und Ausschnitt erstellen“ die Kachel „elp189r032_7t20000802_Vesuv.tar.gz“ ausschneiden.

5) **Auswahl des Untersuchungsgebiets:**

Suche auf dem Satellitenbild die **Stadt Neapel** und den **Vesuv**. Schneide diesen Bereich des Satellitenbildes aus.

(Ziehe einen Rahmen um das Untersuchungsgebiet, gib dem Bild einen Namen und klicke auf „ausschneiden“)

6) **Bildverbesserung:**

Führe die Bildverbesserung durch.

7) **Kanalkombinationen:**

Wechsle zwischen den Kanalkompositen (R=3 G=2 B=1; R=5 G=4 B=3 und R=6 G=4 B=3).

Du wirst dabei feststellen, dass die einzelnen Bildelemente (wie Vegetation, Siedlungen, ...) in unterschiedlichen Farben dargestellt werden.

a) Trage die beobachteten Farben in die Tabelle ein.

b) Welche Bildteile kannst du nicht eindeutig bestimmen?

c) Unterscheide die Bildelemente nach „**natürlichen Elementen**“ und „**vom Menschen „geschaffenen“ Elementen**“.

Bildelement	natürlich	vom Menschen „geschaffen“	R=3 G=2 B=1 (Echtfarben-Bild)	R=5 G=4 B=3 (Falschfarben-Bild)	R=6 G=4 B=3 (Falschfarben-Bild)
Vegetation			dunkelgrün		
Vulkanschlot	X				
Unbewachsener Boden					
Wasser					
Siedlung					

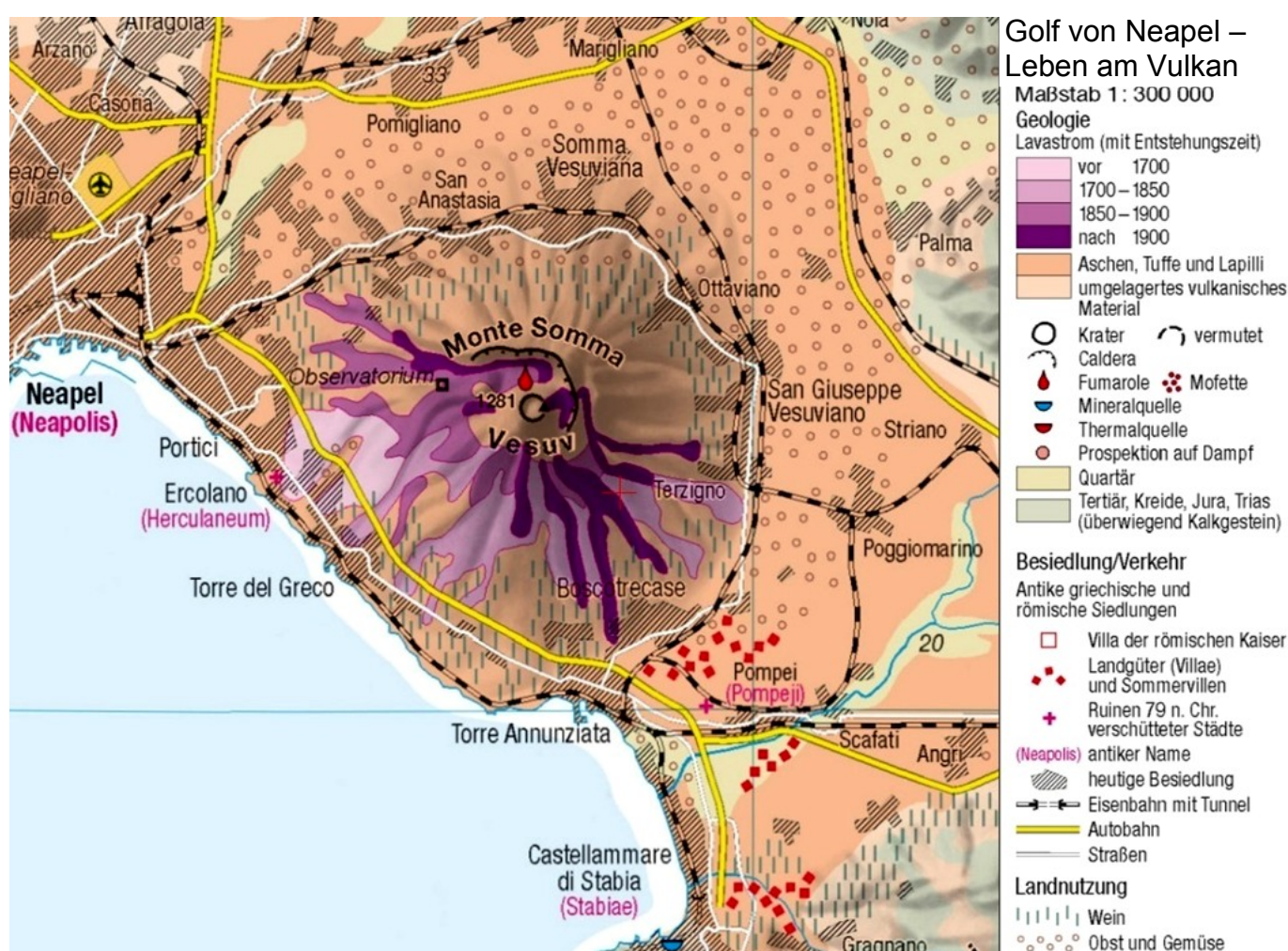
d) Untersuche die Kombinationen, die sich besonders gut eignen zur Darstellung/ zum Hervorheben von:

Vegetation	R=___ G=___ B=___	Vulkanschlot	R=___ G=___ B=___
Unbewachsener Boden	R=___ G=___ B=___	Wasser	R=___ G=___ B=___
Siedlung	R=___ G=___ B=___		

8) **Vergleich mit einer Karte** (Bleibe dazu weiterhin bei der Darstellung des Satellitenbilds mit Hilfe verschiedener Kanalkombinationen; gehe nicht zum NDVI über.)

Vergleiche das Satellitenbild des Vesuv, das du auf dem Bildschirm siehst, nun mit der Karte „Golf von Neapel – Leben am Vulkan“. Trage in die Tabelle ein, welche Elemente du besser auf der Karte / besser auf dem Satellitenbild oder auf Karte und Satellitenbild gleich gut erkennen kannst.

Auf der Karte besser zu erkennen	Auf dem Satellitenbild besser zu erkennen	Auf Karte und Satellitenbild gleich gut zu erkennen



Quelle: Diercke Globus Online (Screenshot); Karte 122/2: Golf von Neapel – Leben am Vulkan

Überspringe den NDVI und die unüberwachte Klassifikation und gehe gleich zur überwachten Klassifikation.

9) **Überwachte Klassifikation:**

Erstelle eine „überwachte Klassifikation“. Über den **Info-Button** erfährst du, wie du dabei sinnvoll vorgehst.

(Denke daran, deine „**Sitzung**“ zu speichern bevor du mit „**Starten**“ die Klassifikation durchführen lässt. Dadurch hast die Möglichkeit, über „**Sitzung laden**“ deine Klassifikation zu verbessern.)

Hinweis: Stimme dich mit deinem Sitznachbarn bei der Wahl der Klassen und der jeweiligen Klassenfarben ab!

Bewerte das Ergebnis:

a) Beschreibe, wo die Klassifikation gut gelungen ist.

b) Benenne die Schwächen und versuche, zu erklären, was die möglichen Ursachen hierfür sein könnten.

10) Vergleiche nun die Ergebnisse mit deinem Nachbarn.

a) Vergleiche eure Bildbeschreibungen aus Aufgabe 1. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede könnt ihr feststellen?

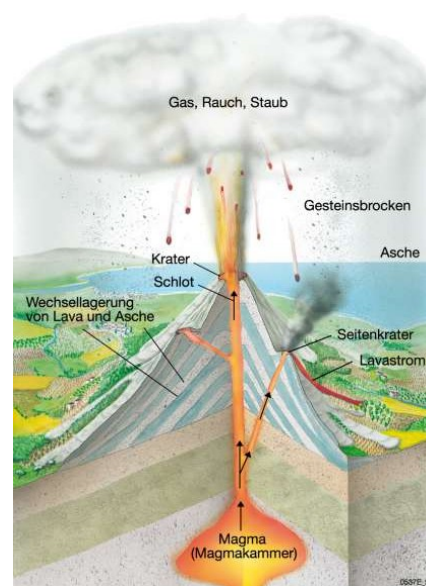
b) Diskutiert über die überwachten Klassifikationen. Beschreibt, was ähnlich ist und an welchen Stellen sich die Klassifikationen der beiden untersuchten Gebiete unterscheiden.

Zusatzaufgaben:

11) Vulkane werden häufig nach ihrer **Form** und **Ausbruchsart** unterschieden:

a) Nenne beide Ausbruchsarten und beschreibe sie jeweils kurz (die Internetseite <http://www.vulkane.net/lernwelten/schueler/aktiv11.html> kann dir dabei helfen).

b) Habt ihr euch mit einem Vulkan mit explosiven oder effusiven Ausbrüchen beschäftigt? Begründet eure Meinung.



Quelle: <http://www.gym-oberasbach.de/projekte/klasse7b/KatharinaAnna-Lena/vulkanismusannekiki.html> (26.07.2010)

12) Schau dir auf www.3sat.de/nano/experiment-zukunft/content/vul/cont.vul.3.1.html die Simulation von Vulkanausbrüchen an und fülle dazu die folgende Tabelle aus (Tipp: Gib bei www.google.de „3sat Experiment Vulkan“ ein und wähle den Link zur Vulkan-Simulation).

Stelle bei Versuch 1-6 die vorgegebenen Einflussfaktoren ein, bei Versuch 7 kannst du dir selbst eine Kombination von Einflussfaktoren überlegen.

Simulation von Vulkanausbrüchen

(www.3sat.de/nano/experiment-zukunft/content/vul/cont.vul.3.1.html)

Versuch	Schlotgröße	Kieselsäuregehalt	Wassergehalt	Fördergeschwindigkeit	Höhe des Vulkans	Flüssige oder zähflüssige Magma	Effusiver oder explosiver Vulkanismus
1	klein	wenig (30 %)	wenig	klein			
2	klein	wenig (30 %)	viel	klein			
3	klein	wenig (30 %)	viel	groß			
4	klein	hoch (85 %)	wenig	klein			
5	groß	hoch (85 %)	wenig	klein			

6	klein	hoch (85 %)	viel	klein			
7							

13) Berate dich mit deinem Nachbarn: Welchen Einfluss auf das **Aussehen des Vulkans**, die **Art des Ausbruchs** und die **Art der Magma** hat:

- a) die Größe des Schlot? _____
- b) der Gehalt an Kieselsäure? _____
- c) der Gehalt an Wasser? _____
- d) die Fördergeschwindigkeit? _____

14) Bei explosivem Vulkanismus entsteht normalerweise ein sogenannter **Schichtvulkan**, bei effusivem Vulkanismus entsteht in der Regel ein **Schildvulkan**.

a) Hast du dich mit einem Schicht- oder einem Schildvulkan beschäftigt? Begründe.

b) Beschreibe, wie sich das auf den Satellitenbildern zeigen könnte.

15) Auf Hawaii befindet sich der Vulkan Mauna Loa. Öffne die Landsat-Kachel „LE70630462000036SGS00_MaunaLoa...“ und stelle eine Vermutung auf, ob der Mauna Loa ein Schichtvulkan oder ein Schildvulkan ist.

a) Begründe deine Vermutung.

b) Vergleiche mit deinem Nachbarn und erklärt euch gegenseitig eure Vermutung.
